

Министерство науки и высшего образования РФ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Ярославский государственный технический университет»

**Семьдесят третья всероссийская
научно-техническая конференция
студентов, магистрантов и аспирантов
высших учебных заведений
с международным участием**

Часть 2

Сборник материалов конференции

Электронное издание

Ярославль
2020

© Ярославский государственный технический университет, 2020

ISBN 978-5-9914-0843-1

УДК 378:001.891

ББК 74.58

С30

С30 Семьдесят третья всероссийская научно-техническая конференция студентов, магистрантов и аспирантов высших учебных заведений с международным участием. 20 апреля 2020 г., Ярославль: сб. материалов конф. В 2 ч. Ч. 2 [Электронный ресурс]. – Ярославль : Издательство ЯГТУ, 2020. – 944 с. – 1 CD-ROM.

Во вторую часть сборника вошли материалы, представляющие результаты научно-исследовательской деятельности студентов, магистрантов и аспирантов в области машиностроения, автоматизации в производственной и непроизводственной сферах, стандартизации, метрологии и сертификации, материаловедения и технологии материалов, инженерно-педагогического образования, строительства и архитектуры, а также управления качеством.

Минимальные системные требования:
PC Pentium IV, 512 Мб ОЗУ, Microsoft Windows XP/7,
Adobe Acrobat Reader, дисковод CD-ROM, мышь.

© Ярославский государственный технический университет, 2020

Программное обеспечение:
Microsoft Office Word, Adobe Acrobat.

Программное обеспечение для воспроизведения электронного издания:
Adobe Acrobat Reader, браузеры Google Chrom, Yandex.

Редакционная коллегия: Е.О. Степанова, Е.Ю. Вавилова, В.Б. Доброхотов,
Ю.А. Заседателей, Т.В. Ключева, С.Г. Кондаков, И.Н. Куприянов, М.Н. Кю-
ребекова, А.Е. Лебедев, Н.Л. Маркелова, П.Б. Разговоров, А.Н. Савичева,
Л.А. Тюкина, С.В. Шкиотов, М.А. Юровская

Редактор: Л.С. Кокина.

Инженер по электронным изданиям: Е.В. Александрова.

Объем издания: 15,9 Мб
Комплектация издания 1 CD-ROM

Ярославский государственный технический университет
150023, г. Ярославль, Московский пр., 88
<http://www.ystu.ru>

Контактный телефон: 8 (4852) 44-12-70

Сборник конференции включает материалы следующих секций:

Часть 1

1. Химия и химические технологии
2. Промышленная экология
3. Физико-математические науки
4. Энергетические машины и наземный транспорт
5. Информационные технологии
6. Экономика и управление
7. Гуманитарные науки
8. Лингвострановедение и переводоведение
9. «Из школы – в ЯГТУ: территория будущего» (секция для старшеклассников)

Часть 2

- 1. Машиностроение**
- 2. Автоматизация в производственной и непроизводственной сферах**
- 3. Стандартизация, метрология и сертификация**
- 4. Материаловедение и технология материалов**
- 5. Инженерно-педагогическое образование**
- 6. Строительство и архитектура**
- 7. Управление качеством**

СОДЕРЖАНИЕ

СЕКЦИЯ "МАШИНОСТРОЕНИЕ"	22
А.А. Ватагин, А.Е. Лебедев НОВЫЙ МЕТОД ВЫЧИСЛЕНИЯ КОЭФФИЦИЕНТА НЕОДНОРОДНОСТИ СМЕСЕЙ.....	22
А.Д. Башков, А.Е. Лебедев ПОЛУЧЕНИЕ СТОЙКИХ ЭМУЛЬСИЙ .	25
И.Д. Чуркин, А.Е. Лебедев УМЕНЬШЕНИЕ КАВИТАЦИИ В ЦЕНТРОБЕЖНЫХ НАСОСАХ, СНИЖЕНИЕ ИНТЕНСИВНОСТИ ИЗНОСА ЕГО ДЕТАЛЕЙ, ВИБРАЦИИ И ШУМА ЗА СЧЕТ ДЕЛИТЕЛЯ ПОТОКА	28
А.Г. Викторов, А.Е. Лебедев ПРЯМОТОЧНЫЙ КЛАПАН.....	31
С.Ю. Пучкин, М.А. Ганзен УЛЬТРАЗВУКОВОЙ КОНТРОЛЬ ТРУБЧАТЫХ ИЗДЕЛИЙ НА ПРИМЕРЕ ОБОЛОЧЕК ТВЭЛОВ БЫСТРЫХ РЕАКТОРОВ БЕЗ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КОНТАКТНОЙ ЖИДКОСТИ	35
Т.А. Краснобаев, И.С. Шеронина ОСОБЕННОСТИ РАСЧЕТА НА ПРОЧНОСТЬ ПРИ ЦИКЛИЧЕСКИ ИЗМЕНЯЮЩИХСЯ НАПРЯЖЕНИЯХ ПОНЯТИЕ ОБ УСТАЛОСТИ МАТЕРИАЛА	39
А.Н. Мальшев, И.С. Гуданов СКРЕБКОВЫЙ ВАЛ КРИСТАЛЛИЗАТОРА С ПРУЖИННОЙ ОПОРОЙ СКРЕБКА.....	43
Ю.Е. Лобанова, Н.В. Бадаева ОПТИМАЛЬНОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ СТАТИЧЕСКИ НЕОПРЕДЕЛИМЫХ СИСТЕМ.....	47
К.А. Клочков, А.П. Бешапошникова, А.В. Печаткин ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ И ЦЕЛОСТНОСТИ РАСЧЁТА РЕШЕНИЯ ПРЯМОЙ И ОБРАТНОЙ ЗАДАЧИ КОНСТРУКТОРСКИХ РАЗМЕРНЫХ ЦЕПЕЙ ДЛЯ ПРИБОРОСТРОЕНИЯ И МАШИНОСТРОЕНИЯ.....	51
А.В. Михрютин, В.В. Михрютин РАЗРАБОТКА ОБОБЩЕННОГО АЛГОРИТМА СОЗДАНИЯ 3D-МОДЕЛЕЙ СБОРНОГО РЕЖУЩЕГО ИНСТРУМЕНТА.....	55
Е.А. Перова ЛАЗЕРНАЯ РЕЗКА, ДЕЙСТВУЮЩИЕ ПРОЦЕССЫ В ЗОНЕ РЕЗА	59
О.Н. Гринберг, Д.И. Волков СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ДИНАМИЧЕСКОЙ БАЛАНСИРОВКИ РОТОРОВ ГТД НА ОСНОВЕ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ	63
А.А. Александров, А.А. Гущин, А.В. Проворов РАСЧЕТ ОПТИМАЛЬНЫХ ПАРАМЕТРОВ ОПОРЫ ПОСТОЯННОГО УСИЛИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ТРУБОПРОВОДА	67

А.А. Погодин, И.А. Беляев, А.В. Проворов СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ МЕТОДОВ РАСЧЕТА ВРЕЗОК В ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ТРУБОПРОВОДЫ.....	71
А.А. Тихомолов, А.В. Васильева РАСЧЕТ ЦЕНТРОБЕЖНЫХ СИЛ ПРИ ПРОБИВКЕ И ОТБОРТОВКЕ ОТВЕРСТИЙ В ТРУБНЫХ ЗАГОТОВКАХ.....	75
В.В. Трофимова, А.В. Баранов ОПТИМИЗАЦИЯ ОПЕРАЦИЙ ЗЕНКЕРОВАНИЯ НА ОСНОВЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ КРИТЕРИЕВ.....	80
Д.Д. Харитонов, С.М. Зайцева, А.Б. Капанова ПРИМЕНЕНИЕ МОДЕЛИ ПЛОСКОГО ДВИЖЕНИЯ ТЕЛА ПРИ ОПИСАНИИ ПОВЕДЕНИЯ ВАЛКА СО СЛОЖНЫМ ПРОФИЛЕМ.....	85
А.А. Филаретов, К.С. Шлыков, А.Б. Капанова О ПРЕИМУЩЕСТВАХ ОСЕВЫХ КЛАПАНОВ НА ПРИМЕРЕ СОВРЕМЕННЫХ ОТЕЧЕСТВЕННЫХ КОНСТРУКЦИЙ.....	87
Д.В. Стенько, В.Д. Тележкин, Д.Д. Бахаева, А.Б. Капанова О СПОСОБАХ ОПИСАНИЯ ПЛОТНОСТИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ЧАСТИЦ СЫПУЧИХ КОМПОНЕНТОВ ПРИ ИХ СМЕШИВАНИИ.....	89
Н.В. Куликов, В.А. Тихомиров, А.Б. Капанова ОСНОВНЫЕ ТЕНДЕНЦИИ В РАЗВИТИИ РЕГУЛИРУЮЩЕЙ АРМАТУРЫ ВЕДУЩИХ ЗАРУБЕЖНЫХ ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ.....	91
Д.Д. Бахаева, Д.М. Андреев, Д.В. Стенько, А.Б. Капанова ОБ ОТЕЧЕСТВЕННОМ ОПЫТЕ ПРОЕКТИРОВАНИЯ СМЕСИТЕЛЕЙ СЫПУЧИХ КОМПОНЕНТОВ СО ЩЕТОЧНЫМИ ЭЛЕМЕНТАМИ.....	94
С.Н. Черпицкий, Д.М. Камнев, М.Ю. Таршис РАСЧЕТ МОЩНОСТИ ПРИВОДА БАРАБАННО-ЛОПАСТНОГО СМЕСИТЕЛЯ.....	97
Д.А. Щаднев, С.С. Аникеев, А.Е. Лебедев, И.С. Гуданов ПРЯМОТОЧНЫЙ РЕГУЛИРУЮЩИЙ КЛАПАН.....	100
С.С. Аникеев, Д.А. Щаднев, А.Е. Лебедев, И.С. Гуданов ЦЕНТРОБЕЖНЫЙ РАСПЫЛИТЕЛЬ ЖИДКОСТИ.....	103
П.В. Кузьминов, А.Е. Лебедев РАЗРАБОТКА НОВОГО УСТРОЙСТВА ДЛЯ ОЧИСТКИ ГАЗОВ.....	106
А.С. Гуляев, О.Н. Калачев К ВОПРОСУ СПЕЦИФИКИ ПРОЦЕССА РЕВЕРС-ИНЖИНИРИНГА ИЗДЕЛИЙ.....	110
М.С. Ермаков, О.Н. Калачев ПРОГРАММИРОВАНИЕ УПРАВЛЯЕМОГО РОБОКАРА НА БАЗЕ КОНТРОЛЛЕРА ARDUINO.....	113
М.С. Ермаков, О.Н. Калачев, А.А. Малов МЕТОДИЧЕСКОЕ ОСВОЕНИЕ ПРИМЕНЕНИЯ КОМПЛЕКТА УСП В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ.....	117

А.В. Крышков, О.Н. Калачев СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ САПР AUTODESK AUTOCAD И BLENDER 2.80.....	120
А.В. Крышков, О.Н. Калачев ОПЫТ ОРГАНИЗАЦИИ ПРОФОРИЕНТАЦИОННОЙ РАБОТЫ С УЧАЩИМИСЯ ШКОЛ Г. ГАВРИЛОВ-ЯМ НА БАЗЕ КАФЕДРЫ КИ ТМС.....	124
В.Р. Кузьмичев, О.Н. Калачев ОРГАНИЗАЦИЯ ПОДГОТОВКИ ПРОИЗВОДСТВА ИЗДЕЛИЯ В КОРПОРАТИВНОЙ СИСТЕМЕ ПРЕДПРИЯТИЯ.....	129
М.Ю. Куликовский, Д.П. Петрова, О.Н. Калачев АНАЛИЗ УЧАСТИЯ СТУДЕНТОВ КАФЕДРЫ КИ ТМС ВО ВСЕРОССИЙСКОЙ ОЛИМПИАДЕ «Я ПРОФЕССИОНАЛ».....	133
И.В. Кучумов, О.Н. Калачев ИССЛЕДОВАНИЕ ВОПРОСОВ ЦИФРОВОГО ПРОТОТИПИРОВАНИЯ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ ЛИТЕЙНОЙ ОСНАСТКИ С ПРИМЕНЕНИЕМ РАЗЛИЧНЫХ САД/САМ СИСТЕМ.....	138
В.Д. Удальцов РАЗРАБОТКА УНИВЕРСАЛЬНОЙ ТЕХНОЛОГИИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ТРУБОК НА ПАО «АВТОДИЗЕЛЬ» С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СТАНКА С ЧПУ.....	144
Н.В. Филиппов, О.Н. Калачев ПРОЕКТИРОВАНИЕ В САД/САМ CREO ЦИФРОВОЙ МОДЕЛИ ШТАМПА И ТЕХНОЛОГИИ ЕГО ИЗГОТОВЛЕНИЯ.....	148
И.В. Поздняков, О.Н. Калачев СРАВНЕНИЕ И АНАЛИЗ РАЗМЕРНЫХ СХЕМ С ПОМОЩЬЮ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ KON7.....	153
М.Ю. Куликовский, А.М. Шапошников РАЗРАБОТКА КОНСТРУКЦИИ МОБИЛЬНОГО СТАНКА С ЧПУ ДЛЯ ОБТОЧКИ БАНДАЖЕЙ (КОЛЁС) КОЛЁСНЫХ ПАР.....	159
В.А. Воронов, А.Н. Семенов ПЕРВОНАЧАЛЬНАЯ ОЦЕНКА ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТИ ПЕРЕПРОЕКТИРОВАНИЯ ДЕТАЛЕЙ ПОД АДДИТИВНОЕ ПРОИЗВОДСТВО.....	164
С.Д. Великородный, А.Н. Семенов ПРИМЕНЕНИЕ ПОЛИМЕРНЫХ И КОМПОЗИТНЫХ МАТЕРИАЛОВ В АВИАЦИОННЫХ ДВИГАТЕЛЯХ.....	168
Т.Н. Галяткина, А.Н. Семенов ПОВЫШЕНИЕ КОРРОЗИОННОЙ СТОЙКОСТИ КРЕПЕЖНЫХ ДЕТАЛЕЙ ГАЗОТУРБИННЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ В УСЛОВИЯХ ЭКСПЛУАТАЦИИ.....	172
И.В. Пашков, А.Н. Семенов РАЗРАБОТКА АВТОМАТИЗИРОВАННОГО КОМПЛЕКСА ДЛЯ ОБРАБОТКИ ДВУХОПОРНЫХ ЛОПАТОК ГТД.....	176
Е.А. Попов, В.В. Михрютин РАЗРАБОТКА МЕХАНИЗМА ПРИВОДА ПРОМЫШЛЕННОГО РОБОТА С ПОВЫШЕННЫМ БЫСТРОДЕЙСТВИЕМ.....	180

Н.К. Лебедева, А.А. Кулебякин СОЗДАНИЕ ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЫ НА ТЕМУ: "УПРАВЛЕНИЕ ДВИЖЕНИЕМ МОБИЛЬНОГО РОБОТА. ПЛАН УЧАСТКА МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ"	184
СЕКЦИЯ «АВТОМАТИЗАЦИЯ В ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ И НЕПРОИЗВОДСТВЕННОЙ СФЕРАХ»	188
П.С. Савенко, А.Е. Савенко ПОСТРОЕНИЕ КАРТ ЗАВИСИМОСТИ АМПЛИТУДЫ ОБМЕННЫХ КОЛЕБАНИЙ МОЩНОСТИ ОТ ПАРАМЕТРОВ РЕГУЛЯТОРОВ ЧАСТОТЫ ДИЗЕЛЬ-ГЕНЕРАТОРОВ	188
О.И. Кравченко, А.Е. Савенко ПОВЫШЕНИЕ ЭНЕРГО-ЭФФЕКТИВНОСТИ НА ПРОИЗВОДСТВЕ ПУТЕМ ВВЕДЕНИЯ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ УЧЕТА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ	192
П.А. Данилов, О.Ю. Марьясин МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ТЕПЛООБМЕНА И ПОЖАРА В ЗДАНИИ	196
А.Н. Махин, О.Ю. Марьясин РАЗРАБОТКА КОМПЬЮТЕРНОЙ МОДЕЛИ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ТЕПЛООВОГО ПУНКТА..	200
В.А. Швецов, Г.Г. Вилков ОПТИМИЗАЦИЯ РЕКТИФИКАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ С РЕЦИКЛОМ	204
Р.О. Горелкин АВТОМАТИЗАЦИЯ СТЕНДА ДЛЯ ИСПЫТАНИЙ КТЭО КАРЬЕРНОГО САМОСВАЛА	208
П.С. Яичкова, Г.Г. Вилков ОПТИМИЗАЦИЯ БЛОКА РЕКТИФИКАЦИИ УСТАНОВКИ ИЗОМЕРИЗАЦИИ	211
Д.С. Максимов, Г.Г. Вилков АЛГОРИТМ ОПТИМАЛЬНОГО УПРАВЛЕНИЯ БЛОКОМ РЕКТИФИКАЦИИ ФРАКЦИИ АРОМАТИЧЕСКИХ УГЛЕВОДОРОДОВ	215
П.Е. Козлов СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ АВТОМАТИЗИРОВАННЫМ ТЕПЛОВЫМ ПУНКТОМ	219
А.А. Берестин, А.З. Кулганатов, А.С. Нестеров ПРИМЕНЕНИЕ ОДНОПЛАТНОГО МИКРОКОМПЬЮТЕРА RASPBERRY PI ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦИИ РАЗЛИЧНЫХ ПРОЦЕССОВ	223
В.В. Виноградов, С.Ю. Кругликов ОСОБЕННОСТИ УЗЛОВ ТЕПЛОВИЗИОННЫХ МОДУЛЕЙ	226
А.С. Марков, Т.В. Синюкова СРАВНЕНИЕ СИСТЕМ ПУСКА ВЫСОКОВОЛЬТНОГО СИНХРОННОГО ДВИГАТЕЛЯ	230
А.С. Марков, П.Н. Левин ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОВ СНИЖЕНИЯ ПРОСАДКИ НАПРЯЖЕНИЯ В ЦЕПИ ПОСТОЯННОГО ТОКА В СХЕМАХ АВТОНОМНЫХ ИНВЕРТОРОВ	235

СЕКЦИЯ «СТАНДАРТИЗАЦИЯ, МЕТРОЛОГИЯ И СЕРТИФИКАЦИЯ» 240

В.И. Алтунина, С.А. Соловьева РАЗРАБОТКА ОПИСАНИЯ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА НА ПРИМЕРЕ ЯГТУ.....	240
Р.С. Бочманов, С.А. Соловьева РАЗРАБОТКА ОПИСАНИЯ ПРОЦЕССА: КАРТЫ ПРОЦЕССОВ, ДИАГРАММЫ ХОДА ДЕЙСТВИЯ, ДИАГРАММЫ ДЕКОМПОЗИЦИИ ПРОЦЕССА	243
А.Е. Глазунова, Н.И. Вершинина ТРЕБОВАНИЯ СОВРЕМЕННЫХ НОРМАТИВНЫХ ДОКУМЕНТОВ К МЕТРОЛОГИЧЕСКОМУ ОБЕСПЕЧЕНИЮ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРОЦЕССОВ	247
Д.В. Еремкина, С.А. Соловьева РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ КАЛИБРОВКИ ДЛЯ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ ДАВЛЕНИЯ С УНИФИЦИРОВАННЫМ ЭЛЕКТРИЧЕСКИМ ВЫХОДНЫМ СИГНАЛОМ	251
С.И. Каюмов, М.М. Беляева АВТОНОМНЫЙ ПОРТАТИВНЫЙ ЦИФРОВОЙ ОСЦИЛЛОГРАФ.....	255
М.С. Кирилюк, С.А. Соловьева РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ КАЛИБРОВКИ БУЙКОВОГО УРОВНЕМЕРА ДЛЯ НПЗ.....	259
Н.А. Костенко, О.Н. Кочурова, Е.О. Побегалова АНАЛИЗ ИСПЫТАТЕЛЬНОГО ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ ОЦЕНКИ ПРОЧНОСТИ ЛИТЕЙНОГО КОКСА.....	262
Н.А. Кулешова, С.А. Соловьева ОБ ИНТЕГРИРОВАННОЙ СИСТЕМЕ МЕНЕДЖМЕНТА	266
И.С. Левашова АНАЛИЗ ТРЕБОВАНИЙ СОВРЕМЕННОЙ НОРМАТИВНОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ К КАЧЕСТВУ ПРОДУКЦИИ ЛЕСОПЕРЕРАБОТКИ.....	270
Н.С. Пименов, А.А. Чеснокова ВНЕДРЕНИЕ МЕТОДИКИ АНАЛИЗА ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ НА ПРЕДПРИЯТИЕ АО ГМЗ «АГАТ»	274
Е.Н. Погонышева, В.А. Иванова РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ КАЛИБРОВКИ НА РАСХОДОМЕР МАССОВЫЙ.....	278
А.Н. Порошина, В.Ф. Ершова ОРГАНИЗАЦИЯ ВХОДНОГО КОНТРОЛЯ МЕТАЛЛОПРОКАТА НА МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОМ ПРЕДПРИЯТИИ	282
А.М. Прокопьева, Н.И. Вершинина СОВРЕМЕННОЕ НОРМАТИВНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ТРЕБОВАНИЙ ОДОБРЕНИЯ ПОТРЕБИТЕЛЯМИ АВТОМОБИЛЬНЫХ КОМПОНЕНТОВ.....	286
Ю.А. Реутова, А.Н. Попков МЕТРОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ	289
Ю.А. Реутова, Д.А. Куликова, К.И. Порсев ОБ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ИНТЕГРИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ МЕНЕДЖМЕНТА В	

КАЧЕСТВЕ ОСНОВЫ РЕАЛИЗАЦИИ БАЗОВЫХ ПРИНЦИПОВ CALS-ТЕХНОЛОГИЙ.....	293
Е.Е. Смирнова, С.А. Соловьева РАЗРАБОТКА СТАНДАРТА ОРГАНИЗАЦИИ «ПОРЯДОК ПОДТВЕРЖДЕНИЯ СООТВЕТСТВИЯ ПРОДУКЦИИ»	297
К.А. Смирнова УПРАВЛЕНИЕ РИСКАМИ И ВОЗМОЖНОСТЯМИ В ИСПЫТАТЕЛЬНОЙ ЛАБОРАТОРИИ.....	301
Л.И. Соколова РАЗРАБОТКА ПРОЕКТА МЕТОДИКИ МЕТРОЛОГИЧЕСКОГО СОПРОВОЖДЕНИЯ СУЖАЮЩИХ УСТРОЙСТВ НА ПРИМЕРЕ ПАО «СЛАВНЕФТЬ-ЯНОС».....	304
Е.И. Цвелик, Д.А. Качалова, В.А. Иванова АНАЛИЗ МЕТОДИК ИС- ПЫТАНИЙ ДЛЯ ОЦЕНКИ ПРОЧНОСТИ ЛИТЕЙНОГО КОКСА... 307	
В.Д. Шенбина, С.А. Соловьева РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ КАЛИБРОВКИ ТЕРМОМЕТРОВ СОПРОТИВЛЕНИЯ.....	311
СЕКЦИЯ «МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И ТЕХНОЛОГИЯ МАТЕРИАЛОВ»	314
М.В. Александров, В.А. Иванова АНАЛИЗ РАЦИОНАЛЬНОГО ВЫБОРА МАТЕРИАЛОВ И КОНСТРУКЦИИ ПОДШИПНИКОВ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ПРИБОРА НАВЕДЕНИЯ	314
А.А. Аминова, Е.А. Кошутина, Е.П. Кондратьева АНАЛИЗ МАТЕРИАЛОВ, ИСПОЛЗУЕМЫХ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ СРЕДСТВ ИНДИВИДУАЛЬНОЙ ЗАЩИТЫ ОТ ПАДЕНИЯ С ВЫСОТЫ.....	318
В.А. Бокарева, Е.А. Ленивецца, Н.В. Филатова ТЕХНОЛОГИЧЕС- КИЕ ОСОБЕННОСТИ СОЗДАНИЯ КОЛЛЕКЦИИ КЕРАМИЧЕСКИХ НАГРАДНЫХ КУБКОВ.....	322
Ю.С. Бугрова, Н.В. Филатова, Е.А. Ленивецца ПОДГОТОВКА КЕРАМИЧЕСКОЙ МАССЫ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ХУДОЖЕСТВЕННОГО ПАННО.....	326
К.О. Васильева, Ю.В. Чибирнова ТЕРМИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА СИЛУМИНОВ, МОДИФИЦИРОВАННЫХ НАНОУГЛЕРОДОМ И ШУНГИТОМ.....	330
А.А. Воробьева, Т.Д. Стоянова ВЫБОР ОПТИМАЛЬНОГО РЕЖИМА ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ УРОВНЯ МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ СТАЛИ 14X17H21	334
А.С. Кокоркин, В.А. Иванова О ВЫБОРЕ МАТЕРИАЛА ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ВТУЛКИ ТЕРМОКОМПЕНСАТОРА.....	338
В.А. Крылова, В.А. Алов СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИЙ УПРОЧНЕНИЯ СТАЛЬНЫХ ИЗДЕЛИЙ ТОКАМИ ВЫСОКОЙ ЧАСТОТЫ И ЛАЗЕРНОЙ ЗАКАЛКИ.....	343

И.И. Кузнецов	СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В МАШИНОСТРОЕНИИ	347
А.А. Куревина, М.А. Шаповалова	МЕТАЛЛОФИЗИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ВЫБОРА ЛЕГИРУЮЩЕГО КОМПЛЕКСА ДЛЯ ИСКРИБЕЗОПАСНОЙ ЛИТЕЙНОЙ БРОНЗЫ	351
А.В. Морозова, Е.Н. Фуртова	ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОМПЛЕКСА ТРЕБОВАНИЙ К МАТЕРИАЛАМ ДЛЯ КОВШЕЙ ЭКСКАВАТОРОВ	355
А.В. Петушкова, А.С. Равочкин	ОЦЕНКА ВОЗМОЖНОСТИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ТОПОЛОГИЧЕСКИ ОПТИМИЗИРОВАННЫХ КОНСТРУКЦИЙ МЕТОДОМ ЛИТЬЯ ПО ВЫПЛАВЛЯЕМЫМ МОДЕЛЯМ	358
И.И. Приходько	ТЕРМИН “СТАРЕНИЕ” В МАТЕРИАЛОВЕДЕНИИ.....	362
А.В. Смирнова, М.С. Тюник, Т.Д. Стоянова	АЭРОГЕЛЬ И ПЕРСПЕКТИВЫ ЕГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ	366
Д.А. Стрельцова, В.А. Иванова	ВЛИЯНИЕ ПАРАМЕТРОВ РЕЖИМА НИТРОЦЕМЕНТАЦИИ НА СВОЙСТВА И СТРУКТУРУ НИТРОЦЕМЕНТУЕМОГО СЛОЯ	369
М.С. Тюник, Т.Д. Стоянова	САМАН КАК УНИКАЛЬНЫЙ КОМПОЗИЦИОННЫЙ МАТЕРИАЛ.....	373
М.С. Тюник, Т.Д. Стоянова	САМАН КАК МАТЕРИАЛ ДЛЯ 3-D ПЕЧАТИ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ.....	377
М.С. Тюник, А.В. Смирнова, Т.Д. Стоянова	ПЕРСПЕКТИВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ЛАЗЕРНОЙ ПРЕЦИЗИОННОЙ МИКРООБРАБОТКИ МАТЕРИАЛОВ	381
Р.О. Хватов, В.А. Алов	ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ УПРОЧНЕНИЯ ПРИ ЗАКАЛКЕ ТВЕРДЫХ СПЛАВОВ НА ОСНОВЕ КАРБИДА ВОЛЬФРАМА.....	385
Н.С. Цветков, В.А. Алов	АВТОМАТИЗАЦИЯ ЗАКАЛКИ СТАЛЬНЫХ ИЗДЕЛИЙ.....	388
СЕКЦИЯ «ИНЖЕНЕРНО-ПЕДАГОГИЧЕСКОЕ ОБРАЗОВАНИЕ»		392
А.В. Андреева, Н.О. Герасимова	ДОПОЛНИТЕЛЬНОЕ ОБРАЗОВАНИЕ ЭКОЛОГО-БИОЛОГИЧЕСКОЙ НАПРАВЛЕННОСТИ В ЯРОСЛАВЛЕ.....	392
А.О. Басалова	НАРУШЕНИЯ ДЕТСКОЙ РЕЧИ	395
А.М. Блинов	ПРОБЛЕМЫ БЕСПРИЗОРНОСТИ И БЕЗНАДЗОРНОСТИ НЕСОВЕРШЕННОЛЕТНИХ В РОССИИ	398

Н.О. Власова, Н.О. Герасимова СОЦИАЛЬНО-КОММУНИКАТИВНОЕ РАЗВИТИЕ ДОШКОЛЬНИКОВ ЧЕРЕЗ ОЗНАКОМЛЕНИЕ С ТРУДОМ ВЗРОСЛЫХ.....	404
Т.В. Ермолова, Н.О. Герасимова АНАЛИЗ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЭЛЕКТРОННО-БИБЛИОТЕЧНЫХ СИСТЕМ СТУДЕНТАМИ ЯРОСЛАВСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО ТЕХНИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА.....	407
А.М. Ершова, Н.О. Герасимова ТВОРЧЕСКАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ СТУДЕНТОВ В ВУЗЕ	411
Д.И. Казюлина МЕТОДИКИ РАЗВИТИЯ ТВОРЧЕСКИХ СПОСОБНОСТЕЙ У ДЕТЕЙ В ДОШКОЛЬНОМ ВОЗРАСТЕ	414
М.В. Калугина, В.Ф. Шевчук ПРОБЛЕМЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ПРОГРАММ ПОДГОТОВКИ СПЕЦИАЛИСТОВ СРЕДНЕГО ЗВЕНА	417
С.П. Козицын, В.Ф. Шевчук ОСНОВНЫЕ ПРОБЛЕМЫ РУКОВОДИТЕЛЯ АВТОСЕРВИСА.....	421
Д.И. Колосовский, А.Н. Исаев ОСОБЕННОСТИ ПАРАМЕТРИЗАЦИИ В СИСТЕМЕ ТРЕХМЕРНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ КОМПАС-3D.....	425
М.В. Королев, В.Ф. Шевчук УПРАВЛЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЕМ ПЕРСОНАЛА В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ.....	429
Е.А. Королева, В.Ф. Шевчук СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ (ПО МАТЕРИАЛАМ VI ВСЕРОССИЙСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ ПО ЭКОЛОГИЧЕСКОМУ ОБРАЗОВАНИЮ)	433
А.И. Коршунова, Е.С. Сергеев, У.Э. Турубанова, М.А. Ковальчук ПСИХОЛОГО-ПЕДАГОГИЧЕСКОЕ СОПРОВОЖДЕНИЕ ДЕТЕЙ С ОВЗ В УСЛОВИЯХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ УЧРЕЖДЕНИЙ.....	437
И.Ю. Костикова, С.И. Моднов РЕАЛИЗАЦИЯ ОБЩЕРАЗВИВАЮЩЕЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ «МИР СОВРЕМЕННОЙ ИНЖЕНЕРИИ»	442
И.А. Кочатков, С.Н. Комаров, Ж.Е. Кенжахметов, А.В. Печаткин НОВОЕ КАЧЕСТВО ОБРАЗОВАНИЯ: ЭЛЕМЕНТЫ РЕАЛИЗАЦИИ КОНЦЕПЦИИ «ЦИФРОВОЙ УНИВЕРСИТЕТ. ТЕХНИЧЕСКАЯ БИБЛИОТЕКА СТУДЕНТА».....	446
А.С. Крылов, М.А. Ковальчук ОСОБЕННОСТИ, СПОСОБСТВУЮЩИЕ ВОЗНИКНОВЕНИЮ ДЕВИАНТНОГО ПОВЕДЕНИЯ. ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ КОМПЕТЕНТНЫХ ОРГАНОВ.....	450
А.А. Кутузова СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ДОКУМЕНТОВ, РЕГЛАМЕНТИРУЮЩИХ СОДЕРЖАНИЕ И ОРГАНИЗАЦИЮ	

ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ВУЗОВ РОССИИ И ФИНЛЯНДИИ	454
П.С. Новиков ПРОФИЛАКТИКА НАРКОМАНИИ СРЕДИ ДЕТЕЙ И ПОДРОСТКОВ УЧАСТНИКОВ НЕФОРМАЛЬНЫХ МОЛОДЕЖНЫХ ОБЪЕДИНЕНИЙ.....	458
И.А. Филиппов СТАНОВЛЕНИЕ СИСТЕМЫ ПОДГОТОВКИ ЮРИСТОВ В РОССИИ В ПЕРИОД ПРАВЛЕНИЯ ПЕТРА I.....	463
И.С. Чапайкин, М.А. Ковальчук ЦЕННОСТНЫЕ ОРИЕНТАЦИИ СТУДЕНЧЕСКОЙ МОЛОДЕЖИ: ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ АСПЕКТ	467
Е.М. Шастина, М.А. Ковальчук АКТИВНЫЕ И ИНТЕРАКТИВНЫЕ МЕТОДЫ ОБУЧЕНИЯ СТУДЕНТОВ В ВУЗЕ	471
В.В. Шишкунов, А.В. Косоурихина КУРСЫ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ПОДГОТОВКИ СТУДЕНТОВ К РАБОТЕ В ДЕТСКОМ ЛАГЕРЕ.....	474
 СЕКЦИЯ «СТРОИТЕЛЬСТВО И АРХИТЕКТУРА».....	478
 Ю.М. Базай, Н.Н. Кудряшов ПАРК МИНИАТЮР СТАРИННЫХ ДОСТОПРИМЕЧАТЕЛЬНОСТЕЙ ПЕРЕСЛАВЛЯ-ЗАЛЕССКОГО «СТАРЫЙ ГОРОД».....	478
Е.В. Баранов, Е.В. Сеницына РЕНОВАЦИЯ, РЕКОНСТРУКЦИЯ И ОПТИМИЗАЦИЯ ТИПОВОГО ЖИЛЬЯ ЗАСТРОЙКИ XX ВЕКА... ..	482
Д.С. Григорьева, А.В. Тингаева, Н.Н. Кудряшов ДЕФИНИЦИЯ УМНОГО ГОРОДА	486
Е.В. Данилов, Т.А. Сиротина РЕГЕНЕРАЦИЯ СРЕДЫ ГОРОДА ДАНИЛОВ	490
А.Д. Данилова, Т.А. Сиротина НОВЫЙ ФЕНОМЕН В ЖИЛОЙ АРХИТЕКТУРЕ.....	494
Д.И. Демидов, Е.А. Кожин, Т.А. Сиротина МОЛОГА. В ПОИСКАХ ДУХА МЕСТА.....	498
К.А. Жуйкова, Н.Н. Кудряшов, Е.А. Егоров РЕГЕНЕРАЦИЯ ИСТОРИЧЕСКОГО ЦЕНТРА ГОРОДА ЛЮБИМ	501
П.Д. Курина, Е.В. Сеницына СОБСТВЕННЫЙ ДОМ КАК ОТРАЖЕНИЕ ЛИЧНОСТИ АРХИТЕКТОРА	505
А.А. Меркин, Т.А. Сиротина ПАРАЗИТИЧЕСКАЯ АРХИТЕКТУРА	509
Е.Е. Оленева, Е.В. Сеницына СВЕТОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В АРХИТЕКТУРЕ. 3D MAPPING	512
А.Д. Тихомирова, Е.В. Митрофанова РЕКОНСТРУКЦИЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ КЛАСТЕРОВ. МЕТОДЫ РЕКОНСТРУКЦИИ	516

А.С. Федоренко, Т.А. Сиротина АРХИТЕКТУРА ПРОТИВ ВОЙ- НЫ.....	520
Д.А. Чижов, Т.А. Сиротина СОЗДАНИЕ КОНЦЕПЦИИ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ГИДРОЭЛЕКТРОСТАНЦИИ В ГОРОДЕ ЛЮБИМ.....	523
Д.Е. Туманова, Е.С. Шабанов, Н.Н. Кудряшов ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ И АРХИТЕКТУРНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ТЕРРИТОРИЙ, НА ПРИМЕРЕ ПРОЕКТА МУЗЕЙНО- ТУРИСТИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА ВЕЛИКОЛЕПНАЯ ШЕСТЕРКА В ЛЕНТЕХИ.....	526
В.С. Герасимова, А.И. Ахременко ОЧИСТНЫЕ СООРУЖЕНИЯ В ПОСЕЛКЕ БОРИСОГЛЕБСКИЙ ЯРОСЛАВСКОЙ ОБЛАСТИ	530
А.Е. Челпина, А.И. Ахременко СТАНЦИЯ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД ОАО «ЯРПИВО» В Г. ЯРОСЛАВЛЬ.....	534
Е.С. Алфорова, Ю.С. Кашенков НОРМАТИВНО-ПРАВОВАЯ БАЗА ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ, СТРОИТЕЛЬСТВЕ И РЕКОНСТРУКЦИИ ОЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЙ.....	538
М.П. Нагибина, А.Е. Бородин, Г.А. Фоменко УЧЕТ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ИЗЛУЧЕНИЙ В ПРИРОДО- ОБУСТРОЙСТВЕ ТЕРРИТОРИИ.....	542
С.-Эмин М. Атаев, Е.А. Михайлов ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОЦЕССОВ ОХЛАЖДЕНИЯ В ПРЯМОТОЧНЫХ РАСПЫЛИТЕЛЬНЫХ АППАРАТАХ ДЛЯ КОНДЕНСАЦИИ ЛЕГКИХ НЕФТЕПРОДУКТОВ.....	547
Д.С. Баранова, Е.А. Михайлов ИНТЕНСИФИКАЦИЯ ПРОЦЕССОВ ТЕПЛОМАССОБМЕНА В ПРЯМОТОЧНЫХ РАСПЫЛИТЕЛЬ- НЫХ АППАРАТАХ ДЛЯ ОХЛАЖДЕНИЯ ОБОРОТНОЙ ВОДЫ...	551
С.В. Климов, Е.А. Михайлов ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОЦЕССОВ ТЕПЛОМАССОБМЕНА В ПРЯМОТОЧНЫХ РАСПЫЛИТЕЛЬНЫХ АППАРАТАХ ДЛЯ ДЕАЭРАЦИИ ВОДЫ В СИСТЕМАХ ВОДОПОДГОТОВКИ.....	555
С.С. Мухлаева, Е.А. Михайлов ИНТЕНСИФИКАЦИЯ ПРОЦЕССОВ ДИСПЕРГИРОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ЖИДКОСТЕЙ ЦЕНТРОБЕЖНЫМИ ФОРСУНКАМИ.....	559
Т.С. Ольнева, Е.А. Михайлов ИНТЕНСИФИКАЦИЯ ПРОЦЕССОВ ТЕПЛОМАССОБМЕНА В ПРЯМОТОЧНЫХ РАСПЫЛИТЕЛЬ- НЫХ АППАРАТАХ ДЛЯ ДЕКАРБОНИЗАЦИИ ВОДЫ В СИСТЕМАХ ВОДОПОДГОТОВКИ.....	563
М.Ю. Перелыгин, Е.А. Михайлов ВЫСОКОЭФФЕКТИВНАЯ ПРЯМОТОЧНАЯ РАСПЫЛИТЕЛЬНАЯ ГРАДИРНЯ ДЛЯ ВОДООБОРОТНОЙ СИСТЕМЫ ПАО «ЯМЗ»	568

Т.А. Царева, Е.А. Михайлов ВЫСОКОЭФФЕКТИВНЫЙ ПРЯМОТОЧНЫЙ РАСПЫЛИТЕЛЬНЫЙ ТЕПЛОМАССОБМЕННЫЙ АППАРАТ С ИНЕРТНЫМ НОСИТЕЛЕМ НА ГОРИЗОНТАЛЬНОМ СЕТЧАТОМ РОТОРЕ.....	572
Н.Е. Кичигин, Д.В. Герасимов ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОТХОДОВ ФРЕЗЕРОВКИ ДОРОЖНЫХ ОДЕЖД В ДОРОЖНОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ.....	576
Д.А. Каюшкина, Д.В. Герасимов ПЕРСПЕКТИВА ПРИМЕНЕНИЯ БЫТОВЫХ ОТХОДОВ ПЛАСТМАСС В ОБЛАСТИ ДОРОЖНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА.....	580
В.А. Забелин, Д.В. Герасимов ДРЕНИРУЮЩИЙ АСФАЛЬТОБЕТОН.....	585
Н.С. Волков, Д.В. Герасимов ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОТХОДОВ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ АСФАЛЬТОБЕТОНА.....	589
А.А. Болташова, Д.В. Герасимов СТАБИЛИЗИРУЮЩАЯ ДОБАВКА ДЛЯ ЩЕБЕНОЧНО-МАСТИЧНОГО АСФАЛЬТОБЕТОНА НА ОСНОВЕ АСБЕСТА.....	594
З.Х. Мейке, Д.В. Герасимов РАЗРАБОТКА ОПТИМАЛЬНОГО ТЕМПЕРАТУРНОГО РЕЖИМА ДЕГИДРАТАЦИИ ФОСФОГИПСА С ЦЕЛЬЮ ПОСЛЕДУЮЩЕГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ГРАНУЛИРОВАННОЙ АСФАЛЬТОБЕТОННОЙ СМЕСИ.....	598
Н.С. Привалов, Д.В. Герасимов ПРИМЕНЕНИЕ ПРОМЫШЛЕННЫХ ОТХОДОВ С ЦЕЛЬЮ ПОЛУЧЕНИЯ АСФАЛЬТОБЕТОННЫХ СМЕСЕЙ.....	602
А.А. Ягунов, Д.В. Герасимов СТАБИЛИЗИРУЮЩИЕ ДОБАВКИ ДЛЯ ЩЕБЕНОЧНО-МАСТИЧНЫХ АСФАЛЬТОБЕТОННЫХ СМЕСЕЙ НА ОСНОВЕ СИНТЕТИЧЕСКИХ ПОЛИМЕРНЫХ ВОЛОКОН.....	606
Н.С. Бурдаева, Е.С. Буданова РЕОРГАНИЗАЦИЯ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ НА ПЕРЕКРЕСТКЕ.....	610
А.А. Иванов, Е.С. Буданова УКРЕПЛЕНИЕ ГЛИНИСТЫХ ГРУНТОВ.....	614
О.В. Климова, Е.С. Буданова СТАБИЛИЗИРУЮЩАЯ ДОБАВКА НА ОСНОВЕ ЦЕЛЛЮЛОЗЫ ДЛЯ ЩЕБЕНОЧНО-МАСТИЧНОГО АСФАЛЬТОБЕТОНА.....	617
А.Н. Шумилова, Е.С. Буданова ОРГАНИЗАЦИЯ ПАРКОВОЧНОГО ПРОСТРАНСТВА УЛИЧНО-ДОРОЖНОЙ СЕТИ.....	621
А.А. Яблокова, Е.С. Буданова ОРГАНИЗАЦИЯ ВЕЛОДВИЖЕНИЯ НА УЛИЧНО-ДОРОЖНОЙ СЕТИ ГОРОДА.....	627

Л.А. Артемьева, В.М. Дудин ПОДБОР СОСТАВА СМЕСИ ПРИ ХОЛОДНОМ РЕСАЙКЛИНГЕ	632
В.Ю. Вербин, В.М. Дудин ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОЕ СРАВНЕНИЕ СПОСОБОВ РЕМОНТА АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ	637
Н.А. Красилов, Е.В. Данилин, В.М. Дудин ОЦЕНКА ПРИГОДНОСТИ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ РЕГЕНЕРИРОВАННОГО АСФАЛЬТОБЕТОННОГО ПОКРЫТИЯ ИЗ ЩЕБЁНОЧНО-МАСТИЧНОГО АСФАЛЬТОБЕТОНА ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ РЕМОНТНЫХ РАБОТ АВТОДОРОЖНЫХ ПОКРЫТИЙ	643
В. Налишова, В.М. Дудин РЕКОНСТРУКЦИЯ СУЩЕСТВУЮЩИХ ДОРОГ С УСИЛЕНИЕМ ДОРОЖНОЙ ОДЕЖДЫ. НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ.....	650
А.Э. Окутин, Н.С. Смекалов, В.М. Дудин ПОВЫШЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ЭКСПЛУАТАЦИИ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ С АСФАЛЬТОБЕТОННЫМ ПОКРЫТИЕМ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ СОЛЁНОГО АСФАЛЬТОБЕТОНА.....	657
Н.С. Смекалов, А.Э. Окутин, В.М. Дудин СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СОСТАВОВ АСФАЛЬТОБЕТОННЫХ СМЕСЕЙ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ НЕТРАДИЦИОННОГО СЫРЬЯ.....	662
К.А. Иванова, Р.Ю. Гогин, А.А. Игнатъев ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ТЕХНОЛОГИИ ГРАНУЛИРОВАНИЯ ОКАТЫВАНИЕМ АСФАЛЬТОБЕТОННОЙ «КРОШКИ» НА ПРОЧНОСТНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ И ГРАНУЛОМЕТРИЧЕСКИЙ СОСТАВ.....	666
В.А. Буслаев, А.В. Симонова МЕРОПРИЯТИЯ ПО ПОВЫШЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ДВИЖЕНИЯ	671
А.В. Калинин, А.А. Игнатъев ПРИМЕНЕНИЕ СИЛИКАТНОЙ КРАСКИ ДЛЯ РАЗМЕТКИ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ	676
А.А. Низовцев, А.В. Калинин ГЕОДЕЗИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ СТРОИТЕЛЬСТВА АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ	680
А.А. Павелко, А.Л. Балужкин ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОСТРАНСТВЕННОЙ РАБОТЫ РАМНО-СВЯЗЕВОГО КАРКАСА ОДНОЭТАЖНОГО ПРОМЫШЛЕННОГО ЗДАНИЯ С МОСТОВЫМИ КРАНАМИ	683
Г.В. Меркулова, А.Л. Балужкин СОВРЕМЕННЫЕ СПОСОБЫ УСИЛЕНИЯ РАСПОРНЫХ КОНСТРУКЦИЙ ЗДАНИЙ, ВЫПОЛНЕННЫХ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КАМЕННОЙ КЛАДКИ	687
П.А. Смирнов, А.Л. Балужкин ОСОБЕННОСТИ РАСЧЕТНОГО ОБОСНОВАНИЯ СПОСОБОВ ЗАЩИТЫ ГРАЖДАНСКИХ	

КАРКАСНЫХ ЗДАНИЙ ИЗ МОНОЛИТНОГО ЖЕЛЕЗОБЕТОНА ОТ ПРОГРЕССИРУЮЩЕГО ОБРУШЕНИЯ	692
А.А. Васильева, С.А.Тумаков АНАЛИЗ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ ЭЛЕМЕНТОВ ЖЕЛЕЗОБЕТОННОГО КАРКАСА МНОГОЭТАЖНОГО ЖИЛОГО ЗДАНИЯ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ МОДЕЛЯХ УПРУГОГО ОСНОВАНИЯ	699
А.Е. Щедрёнкин, С.А. Тумаков АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ ДЕФОРМАТИВНОСТИ СВАЙНОГО ОСНОВАНИЯ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ ЖЕЛЕЗОБЕТОННОГО КАРКАСА ЖИЛОГО ЗДАНИЯ	705
Н.Д. Фрюнин, Т.С. Пономарева ВЛИЯНИЕ РАСПОЛОЖЕНИЯ НЕРАВНОМЕРНО РАСПРЕДЕЛЕННОЙ НАГРУЗКИ НА УСИЛИЯ В МОНОЛИТНЫХ ПЕРЕКРЫТИЯХ.....	710
К.А. Фалева ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ПОСТНАПРЯГАЕМОЙ АРМАТУРЫ БЕЗ СЦЕПЛЕНИЯ С БЕТОНОМ В ПЕРЕКРЫТИЯХ ГРАЖДАНСКИХ ЗДАНИЙ.....	714
Е.А. Юрьева ТЕХНОЛОГИИ СТРОИТЕЛЬСТВА БЫСТРОВОЗВОДИМЫХ ЗДАНИЙ	719
Е.С. Новожилова, Г.Н. Голубь УСИЛЕНИЕ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ПЛИТ ПЕРЕКРЫТИЯ КОМПОЗИТНЫМИ МАТЕРИАЛАМИ.....	723
А.С. Кеворкян, Г.Н. Голубь УСТРОЙСТВО ПРОЕМОВ В КАМЕННЫХ СТЕНАХ ЗДАНИЙ	726
И.А. Гордиенко, Г.Н. Голубь ПРОБЛЕМАТИКА ПРОЕКТИРОВАНИЯ И РАСЧЕТА КАРКАСОВ ИЗ СТАЛЬНЫХ РАМ ПЕРЕМЕННОГО СЕЧЕНИЯ НА ОСНОВАНИИ ОТЕЧЕСТВЕННЫХ НОРМ ПРОЕКТИРОВАНИЯ.....	729
Е.О. Андрос, Г.Н. Голубь АНАЛИЗ РАБОТЫ НЕСУЩИХ ЭЛЕМЕНТОВ ПОКРЫТИЯ СТАЛЬНОГО КАРКАСА.....	733
Е.А. Берегович НАИБОЛЕЕ РАСПРОСТРАНЕННЫЕ ВИДЫ ПОВРЕЖДЕНИЙ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ КОНСТРУКЦИЙ НА ПРИМЕРЕ ПРОКАТНЫХ БАЛОК	738
Е.С. Егоров, С.В. Самченко О ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЦЕМЕНТНОЙ СУСПЕНЗИИ.....	743
Д.С. Крупнова, И.С. Казакова УСИЛЕНИЕ СТЕН ХРАМОВОГО ЗДАНИЯ	747
В.А. Телюшкина, А.Б. Лебедев ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ СПОСОБОВ ЗИМНЕГО БЕТОНИРОВАНИЯ ПРИ ВОЗВЕДЕНИИ МОНОЛИТНЫХ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ ЖИЛОГО ЗДАНИЯ.....	751
В.А. Телюшкина, А.Б. Лебедев БЕТОНИРОВАНИЕ НЕСУЩИХ КОНСТРУКЦИЙ ЖИЛОГО ЗДАНИЯ В ЗИМНИЙ ПЕРИОД С ПРИМЕНЕНИЕМ ГРЕЮЩИХ ИЗОЛИРОВАННЫХ ПРОВОДОВ..	755

Е.М. Матюшенко, А.Б. Лебедев ПОЛИМЕР-МИНЕРАЛЬНЫЕ КОМПОЗИТЫ ДЛЯ ГИДРОИЗОЛЯЦИИ ПОДЗЕМНЫХ КОНСТРУКЦИЙ	758
А.О. Тюрикова, А.Б. Лебедев ЕСТЕСТВЕННАЯ СУШКА КОНСТРУКЦИОННЫХ СТЕНОВЫХ МАТЕРИАЛОВ.....	761
А.С. Зайцева, А.О. Тюрикова, А.Б. Лебедев КОЭФФИЦИЕНТ ТЕПЛООБМЕНА В СТРОИТЕЛЬНЫХ ГРУНТАХ	765
А.С. Зайцева, А.Б. Лебедев ЗАДАЧА СТЕФАНА ДЛЯ СТРОИТЕЛЬНЫХ ГРУНТОВ В КЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ ГОРОДА ЯРОСЛАВЛЯ.....	769
А.А. Колесникова, М.В. Лысанова ВЛИЯНИЕ ОСОБЕННОСТЕЙ СТРОИТЕЛЬНОЙ ПРОДУКЦИИ НА ОРГАНИЗАЦИЮ СТРОИТЕЛЬСТВА.....	771
М.А. Старова, М.В. Лысанова СОСТОЯНИЕ ЦЕНООБРАЗОВАНИЯ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ НА ПРИМЕРЕ МЕТОДОВ ОПРЕДЕЛЕНИЯ СТОИМОСТИ СТРОИТЕЛЬСТВА	774
Е.А. Смирнова, М.В. Лысанова ОПЛАТА ТРУДА КАК ВАЖНЫЙ ЭЛЕМЕНТ ДОГОВОРНОГО ПРОЦЕССА В СТРОИТЕЛЬСТВЕ	781
А.Б. Османов, М.А. Абрамов ИНЪЕКЦИОННАЯ ГИДРОИЗОЛЯЦИЯ КАМЕННЫХ КОНСТРУКЦИЙ	785
А.В. Владимирова, Е.С. Егоров ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ИНФОРМАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ.....	789
П.Э. Заманков, М.А. Абрамов РЕКОНСТРУКЦИЯ ЗДАНИЯ ПО УЛИЦЕ КИРОВА 9/7 В Г. ЯРОСЛАВЛЕ	793
Р.Е. Сузиков, С.Ю. Шакирова, А.И. Петров ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИИ 3D ПЕЧАТИ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ	798
А.О. Мурашов, М.А. Абрамов ОЦЕНКА ЭКОНОМИЧЕСКОЙ И ТЕХНИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ТЕХНОЛОГИИ «БЕЛАЯ ВАННА»	802
Ю.И. Савчук, М.А. Абрамов ФОТОКАТАЛИТИЧЕСКИЙ БЕТОН..	806
Д.В. Стоянов, Е.С. Егоров ПРИМЕНЕНИЕ 3D ТЕХНОЛОГИЙ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ	810
М.Б. Балакирева, М.А. Абрамов ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ ГРУНТОВ ОСНОВАНИЯ ФУНДАМЕНТОВ ЭКСПЛУАТИРУЕМОГО ЗДАНИЯ	814
А.А. Шумилин, В.М. Котов, М.А. Абрамов ПРИМЕНЕНИЕ BIM-ТЕХНОЛОГИЙ НА СОВРЕМЕННОМ СТРОИТЕЛЬНОМ РЫНКЕ.	818
В.М. Котов, А.А. Шумилин, С.А. Синенко ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ ИНФОРМАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ В РОССИИ	822

Д.А. Горбунова, В.Б. Доброхотов АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ СИСТЕМ УТЕПЛЕНИЯ ГРАЖДАНСКИХ ЗДАНИЙ НА ОСНОВЕ МОДЕЛИРОВАНИЯ ТЕМПЕРАТУРНЫХ ПОЛЕЙ.....	826
Н.В. Александрова, В.Б. Доброхотов СРАВНЕНИЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ И ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЗДАНИЯ ПРИ ЕГО РЕКОНСТРУКЦИИ С ЗАМЕНОЙ КРОВЛИ НА ЭКСПЛУАТИРУЕМУЮ, ПО СИСТЕМЕ «GREEN ROOF»	831
В.С. Гомилко, В.Б. Доброхотов ВЛИЯНИЕ СОВРЕМЕННЫХ СМАЗОЧНЫХ МАСЕЛ НА БЕТОННЫЕ КОНСТРУКЦИИ ПРОМЫШЛЕННЫХ ЗДАНИЙ.....	838
А.С. Жигалов, В.Б. Доброхотов ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ РЕКОНСТРУКЦИИ СКЛАДА МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ЗАГОТОВОК ОАО «ПРОЛЕТАРСКАЯ СВОБОДА» В Г. ЯРОСЛАВЛЕ.....	842
И.С. Левашов, В.Б. Доброхотов ПРОЧНОСТЬ ДЕКОРАТИВНОГО ФИБРОБЕТОНА С РАЗЛИЧНЫМИ ВИДАМИ АРМИРУЮЩЕГО МАТЕРИАЛА.....	845
П.Н. Любимова, В.Б. Доброхотов ОПТИМИЗАЦИЯ КОНСТРУКЦИЙ С ЦЕЛЬЮ УВЕЛИЧЕНИЯ ИХ ДОЛГОВЕЧНОСТИ.....	850
М.С. Бочек, В.Б. Доброхотов РАЗРАБОТКА ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫХ КОНСТРУКЦИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КРУПНОФОРМАТНЫХ СТЕНОВЫХ БЛОКОВ.....	854
Р.К. Броян, В.Б. Доброхотов РАЗРАБОТКА БЫСТРОВОЗВОДИМЫХ СИСТЕМ ГАЗОУДАЛЕНИЯ ИЗ КРУПНОФОРМАТНЫХ КЕРАМЗИТОБЕТОННЫХ БЛОКОВ	858
Е.А. Бойцова, Ю.А. Котов, Т.М. Скворцова ПРИМЕНЕНИЕ 3D-ПРИНТЕРОВ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ	862
 СЕКЦИЯ «УПРАВЛЕНИЕ КАЧЕСТВОМ»	 866
 С.А. Архиреева, М.Е. Ильина РАЗРАБОТКА РЕКОМЕНДАЦИЙ И КРИТЕРИЕВ ОЦЕНКИ ДЛЯ СИСТЕМЫ МОТИВАЦИИ СТУДЕНЧЕСКОГО ЧЛЕНСТВА В ПРОФСОЮЗНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ НА ОСНОВЕ СТАНДАРТОВ В ОБЛАСТИ МЕНЕДЖМЕНТА КАЧЕСТВА	 866
Е.С. Дудкина, Т.Н. Несиоловская ОСНОВНЫЕ ПРИЧИНЫ СРЫВОВ В ЦЕПЯХ ПОСТАВОК И ИХ ПРЕДОТВРАЩЕНИЕ.....	871
У.М. Кабанова, С.Е. Степина, А.С. Ермишин ИЗМЕНЕНИЕ ТРЕБОВАНИЙ К СИСТЕМАМ МЕНЕДЖМЕНТА БЕЗОПАСНОСТИ ПИЩЕВОЙ ПРОДУКЦИИ.....	875

А.Н. Калишаускайте, Е.М. Шастина ПРИМЕНЕНИЕ РИСК-ОРИЕНТИРОВАННОГО ПОДХОДА ДЛЯ ОРГАНОВ ПО СЕРТИФИКАЦИИ	879
К.И. Котова, Э.В. Киселев НЕРИТМИЧНОСТЬ ПРЕДЪЯВЛЕНИЯ ПРОДУКЦИИ НА КОНТРОЛЬ КАК ВАЖНЫЙ ФАКТОР ДОПОЛНИТЕЛЬНЫХ ПОТЕРЬ НА ПРОИЗВОДСТВЕ	883
С.А. Куракова, И.В. Иванова РАЗРАБОТКА МЕРОПРИЯТИЙ ПО СОВЕРШЕНСТВОВАНИЮ СИСТЕМЫ РЕШЕНИЯ ПРОБЛЕМ КАЧЕСТВА НА АО «ЯЗДА»	887
К.Г. Мечёва, В.В. Кочерова ПРЕДПОСЫЛКИ ВНЕДРЕНИЯ ЦИФРОВОГО КОМПЕТЕНТНОСТНОГО ПРОФИЛЯ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНУЮ ОРГАНИЗАЦИЮ	890
В.Э. Никитина, В.В. Кочерова ПРЕДПОСЫЛКИ РАЗРАБОТКИ МЕТОДИКИ ОЦЕНКИ УДОВЛЕТВОРЕННОСТИ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ СПОРТИВНЫМИ УСЛУГАМИ НА ПРИМЕРЕ СПОРТИВНО-ОЗДОРОВИТЕЛЬНОГО КОМПЛЕКСА «АТЛАНТ»	894
Д.А. Полетова, С.А. Царева СТАТИСТИЧЕСКОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ НА ПРЕДПРИЯТИИ НЕФТЕХИМИЧЕСКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ	898
В.А. Селезнева, П.К. Стороженко, А.Н. Буланов ПРОБЛЕМЫ И НОВЫЕ ПОДХОДЫ АККРЕДИТАЦИИ В ЕАЭС	902
П.В. Соколова, Е.М. Шастина АНАЛИЗ ДАННЫХ ПО ПРИЕМУ И ВЫПУСКУ СТУДЕНТОВ ВУЗОВ ЯРОСЛАВСКОЙ ОБЛАСТИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДА СКОЛЬЗЯЩЕЙ СРЕДНЕЙ	906
С.Е. Степина, У.М. Кабанова, Е.М. Шастина ПРИМЕНЕНИЕ ПРОСТЫХ СТАТИСТИЧЕСКИХ МЕТОДОВ В УПРАВЛЕНИИ КАЧЕСТВОМ НА РОССИЙСКИХ ПРЕДПРИЯТИЯХ	910
С.Е. Степина, У.М. Кабанова, Е.М. Шастина ДИАГРАММА ИСИКАВЫ КАК ИНСТРУМЕНТ УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ ПРОДУКЦИИ	914
П.К. Стороженко, А.Н. Буланов ВОЗМОЖНОСТИ И ПРЕДПОСЫЛКИ СТАНОВЛЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО АУДИТА НА ПАО «АВТОДИЗЕЛЬ»	918
Т.А. Сычева, А.И. Белякова, С.А. Царева О ПРОБЛЕМЕ ПРИМЕНЕНИЯ СТАНДАРТОВ В СЕРТИФИКАЦИИ СИСТЕМ КАЧЕСТВА	922
В.А. Трошкин, Э.В. Киселев К ВОПРОСУ УПРАВЛЕНИЯ РИСКАМИ В СИСТЕМЕ МЕНЕДЖМЕНТА КАЧЕСТВА ВЫСОКОТЕХНОЛОГИЧНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ	926
В.А. Трошкин, Э.В. Киселев СТАНДАРТ ГОСТ Р ИСО 9001-2015 КАК ОСНОВА УПРАВЛЕНИЯ РИСКАМИ В СИСТЕМЕ МЕНЕДЖМЕНТА КАЧЕСТВА ПРЕДПРИЯТИЯ	929

Л.П. Тряпкина, А.Н. Буланов О ПРОБЛЕМЕ УПРАВЛЕНИЯ РИСКАМИ, А НЕ ДОКУМЕНТАМИ	933
М.Р. Халикова, Ф.М. Галимов РОЛЬ РИСК-МЕНЕДЖМЕНТА В МЕТРОЛОГИЧЕСКОМ ОБЕСПЕЧЕНИИ АО «КЭТЗ».....	937

СЕКЦИЯ "МАШИНОСТРОЕНИЕ"

УДК 677.074

НОВЫЙ МЕТОД ВЫЧИСЛЕНИЯ КОЭФФИЦИЕНТА НЕОДНОРОДНОСТИ СМЕСЕЙ

А.А. Ватагин, А.Е. Лебедев

Научный руководитель – **А.Е. Лебедев**, д-р техн. наук, профессор

Ярославский государственный технический университет

В работе предлагается новый метод нахождения коэффициента неоднородности смесей сыпучих компонентов и анализ проделанных опытов.

Ключевые слова: смешивание, однородность, сегрегация, исследование, смесь

NEW METHOD OF DETERMINATION OF THE COEFFICIENT OF INHOMOGENEITY OF THE MIXTURES

A.A. Vatagin, A.E. Lebedev

Scientific Supervisor - **A.E. Lebedev**, Doctor of Technical Sciences,
Professor

Yaroslavl State Technical University

This paper proposes a new method for finding the inhomogeneity coefficient of mixtures of bulk components and analyzing the experiments performed.

Keywords: mixing, uniformity, segregation, a study, a mixture

В статье предложен новый способ определения коэффициента неоднородности смесей предназначенный для применения в химической промышленности, агропромышленном комплексе, производстве строительных материалов и других отраслях промышленности.

К недостаткам существующих экспресс-способов можно отнести сложность определения коэффициента неоднородности смесей, компоненты которых близки по цвету. Это объясняется тем, что при выборе диапазонов значений пикселей, относящихся к ключевому и транспортирующему компоненту, в случае близких по цвету компонентов наблюдается перекрытие этих диапазонов (один и тот же оттенок может относиться к обоим материалам) [1-3].

Предлагаемый способ определения коэффициента неоднородности смеси трудноразделимых сыпучих материалов заключается в следующем [4].

Перед началом смешения производят отбор проб компонентов смеси и распределяют их слоем одинаковой толщины на гладкой поверхности. Затем осуществляют сканирование подготовленных проб и осуществляют компьютерную обработку. Затем представляют изображения массивами чисел, при этом, каждый элемент массива выражен пикселем. Значение каждого пикселя соответствует оттенку серого. Потом производят построение гистограммы распределения значений по оттенкам серого.

В предлагаемом способе, с целью повышения точности вычислений (когда частицы компонентов схожи по цвету), находят неперекрываемые зоны гистограмм распределения и пересекающиеся области. Находят площади неперекрываемых зон и перекрываемой области. Затем площадь зоны пересечения разбивают на две области и присваивают их каждому материалу в соотношениях обратно пропорциональных площадям неперекрываемых областей.

Такая процедура позволит достаточно точно перегруппировать пиксели, находящиеся в зоне пересечения по материалам смеси. Выбор в качестве соотношения обратно пропорционального отношения площадям неперекрываемых областей наиболее хорошо согласуется с известными методами оценки однородности смеси.

Далее вычисляют координаты центров масс площадей гистограмм. За ось абсцисс принимают шкалу, соответствующую оттенку серого от 0 до 255, а за ось ординат – число пикселей в пробе.

Потом находят значение порогового оттенка. Находят координаты центров масс площадей под гистограммами распределения материалов смеси, рассчитывают абсциссу точки, как середину расстояния между центрами масс площадей гистограмм. Присваивают пороговому оттенку абсциссу данной точки.

Такой подход к определению порогового оттенка позволяет изучать практически любые изображения проб смесей, в том числе схожих по цвету компонентов.

В конце вычислений переходят к обработке проб. По известной схеме производится нахождение числа проб, а также минимально допустимой массы пробы и отбор проб из смеси с помощью специальных пробо-заборников.

Находят концентрацию ключевого компонента в пробе. Содержимое пробы распределяют на гладкой поверхности, слоем равной толщины слоем, затем сканируют.

После этого выполняется компьютерная обработка сформированного изображения смеси. Найденное значение порогового оттенка делит диапазон значений пикселей на две зоны. Все пиксели, находящиеся в одной зоне присваивают к ключевому компоненту, а другие к транспортирующему.

Находят значения концентраций ключевого компонента в элементах смеси, как отношения числа пикселей, ему соответствующих, к общему количеству пикселей изображения пробы смеси и проводят расчет коэффициента неоднородности смеси по известной зависимости.

За счет того, что при расчете порогового оттенка в качестве основной характеристики гистограмм распределения выбраны координаты их центров масс, практически полностью характеризующие распределение пикселей, увеличивается точность вычислений.

Предлагаемый способ определения коэффициента неоднородности смеси трудноразделимых сыпучих материалов имеет простой линейный алгоритм, и его можно считать экспресс-методом.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Метод определения коэффициента неоднородности смеси при взаимодействии разреженных потоков / А.Е. Лебедев, А.И. Зайцев, А.Б. Капранова, А.А. Петров // Изв. ВУЗов. Химия и химическая технология. 2012. Т. 55, вып. 11. С. 119-121.
2. Пат. 2620387 Российская Федерация, МПК **G01N 1/28**. Способ определения коэффициента неоднородности смеси трудноразделимых сыпучих материалов / А. И. Зайцев, А.Е. Лебедев, А.Б. Капранова, И.И. Верлока, Н.В. Бадаева, А.А. Ватагин, Д.В. Лебедев Оpubл. 25.05.17, Бюл. № 15.
3. Математическая модель механики движения сыпучих материалов в разреженных потоках аппаратов с эластичными рабочими элементами / А.Б. Капранова, А.Е. Лебедев, А.И. Зайцев, И.О. Кузьмин // Изв. ВУЗов. Химия и химическая технология. Иваново, 2009. Т. 52, вып. 5. С. 111-113.
4. Макаров Ю.И. Аппараты для смешивания сыпучих материалов. М.: «Машиностроение», 1973. С. 216.

ПОЛУЧЕНИЕ СТОЙКИХ ЭМУЛЬСИЙ

А.Д. Башков, А.Е. Лебедев

Научный руководитель – **А.Е. Лебедев**, д-р техн. наук, профессор

Ярославский государственный технический университет

Рассматривается методика получения стойких эмульсий и принцип работы аппарата распыляющего несмешиваемые жидкости.

Ключевые слова: эмульсия, стойкость, распыление, смесь.

OBTAINING STABLE EMULSIONS

A.D. Bashkov, A.E. Lebedev

Scientific Supervisor – **A.E. Lebedev**, Doctor of Technical Sciences,
Professor

Yaroslavl State Technical University

The method of obtaining stable emulsions and the principle of operation of the device that sprays immiscible liquids is considered.

Keywords: emulsion, stability, spray, mixture.

Физические аспекты процесса образования эмульсий.

Под эмульгированием понимают процесс перемешивания двух не-растворимых жидкостей, в результате которого одна из жидкостей образует сплошную фазу, а другая распределяется в ней в виде мелких капель. Результатом процесса эмульгирования различного назначения является получение эмульсии определенного состава, определенной дисперсности и стойкости [1-3].

Эмульсии практически всегда являются грубодисперсными системами. Такие системы достаточно часто встречаются и в природе (например, молоко, молокоподобный сок каучуконосных растений). В молоке жир, а в молочном соке - углеводород каучука диспергированы в водной среде. Обе эти жидкости почти не растворимы в дисперсионной среде. Эмульсиями называются микрогетерогенные системы, состоящие из нескольких практически несмешивающихся жидкостей, которые достаточно

сильно различаются друг от друга по характеристикам и свойствам молекул. В случае, когда одна из жидкостей является полярной, например вода, то другая должна быть неполярной или малополярной, например, органическая среда [1-3].

Рассмотрим модель идеальной эмульсии, под которой будем понимать систему, состоящую из равных элементарных кубических ячеек (рис. 1). В центре ячейки расположена сферическая капля дисперсной фазы, остальной объем ячейки заполнен сплошной фазой [1-3].

При смешении жидкостей протекают два явления, которые позволяют получить эмульсию необходимого качества:

1. отдельные компоненты должны быть совмещены за счет внешних воздействий;
2. индивидуальные частицы одного компонента должны диффундировать через границы районов богатых другим компонентом [1-3].

Эти два независимых явления называются макро- и микро-перемешиванием. Схема этих процессов показана на рис. 2.

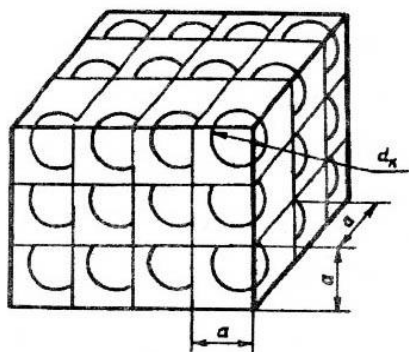


Рис. 1. Ячейчатая модель идеальной эмульсии:
 a - линейный размер ячейки; d_k - диаметр капель

Для получения эмульсии две несмешивающиеся жидкости подвергаются процессу эмульгирования, состоящему в том, что механическим встряхиванием, разбиванием особыми лопастными мешалками или продавливанием через узкие щели жидкости раздробляют друг в друге [1-3].

В работе эмульгирование проводится путем пропуска смешанных жидкостей через мелкие отверстия при помощи высокого давления. К закрытому сосуду подведен насос высокого давления, продавливающий смесь сквозь сопло в емкость для сбора эмульсии.

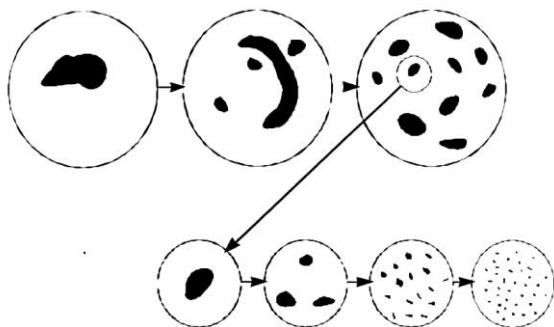


Рис. 2. Процесс перемешивания

Результаты опытной работы представлены на рис. 3.

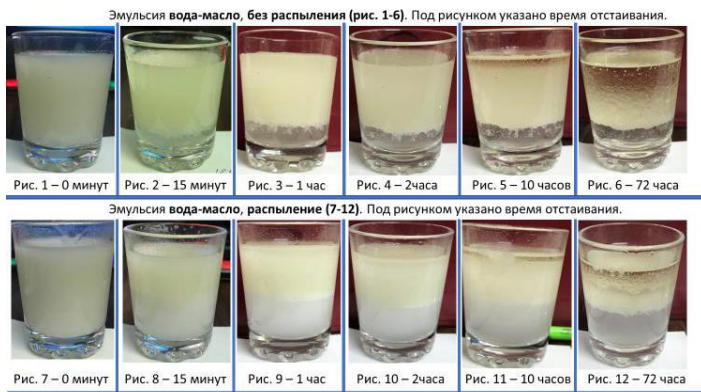


Рис. 3. Результаты опыта

Из результатов видно, что распыленная смесь вода-масло (нижний ряд) остается мутной и устойчивой продолжительное количество времени. Та же смесь, полученная обычным встряхиванием, за идентичный промежуток времени быстрее расслаивается и становится прозрачной.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Абрамзон А.А.* Поверхностно-активные вещества, свойства и применение. Л.: Химия, 1981.
2. Эксплуатация и технология разработки нефтяных и газовых скважин / И.Д. Амелин, Р.С. Андриасов и др. М.: Недра, 1978.
3. *Воюцкий А.Р.* Курс коллоидной химии. М.: Политиздат, 1976.

УМЕНЬШЕНИЕ КАВИТАЦИИ В ЦЕНТРОБЕЖНЫХ НАСОСАХ, СНИЖЕНИЕ ИНТЕНСИВНОСТИ ИЗНОСА ЕГО ДЕТАЛЕЙ, ВИБРАЦИИ И ШУМА ЗА СЧЕТ ДЕЛИТЕЛЯ ПОТОКА

И.Д. Чуркин, А.Е. Лебедев

Научный руководитель – **А.Е. Лебедев**, д-р техн. наук, профессор

Ярославский государственный технический университет

Рассматривается использование делителя потока в центробежных насосах, приведено описание и назначения делителя потока, его основные функции, принцип действия и конструкция.

***Ключевые слова:** делитель потока, центробежные насосы, уменьшение износа, шум, вибрация.*

REDUCING CAVITATION IN CENTRIFUGAL PUMPS, REDUCING THE INTENSITY OF WEAR OF ITS PARTS, VIBRATION AND NOISE DUE TO THE FLOW DIVIDER

I.D. Churkin, A.E. Lebedev

Scientific Supervisor - **A.E. Lebedev**, Doctor of Technical Sciences, Professor

Yaroslavl state Technical University

We consider the introduction of a flow divider in centrifugal pumps, in General, and in a single enterprise. The article describes the purpose of the flow divider, its main functions, the principle of operation and design.

Keywords: flow divider, centrifugal pumps, wear reduction, noise, vibration.

Предлагаемое устройство относится к приспособлениям для уменьшения кавитации в центробежных насосах, снижения интенсивности износа его деталей, вибраций и шума [1-3].

На рис. 1 изображена схема делителя потока.

Делитель потока содержит соосно размещенные друг в друге перфорированные вставки, представляющие собой стаканы 1 и 2 с жестко прикрепленными к их торцевым поверхностям кольцевыми пластинами 3

и 4. Стакан 1 и соединенная с ним кольцевая пластина 3 установлены с возможностью поворота относительно продольной оси.

Отверстия 5 в кольцевой пластине 3 выполнены круговыми рядами, расстояния между рядами увеличиваются от периферии пластины 3 к центру.

Внешние диаметры кольцевой пластины 3, прикрепленной к внутреннему стакану 1 и внутреннего стакана 1 одинаковые. Отверстия 5 в кольцевой пластине 3 имеют форму секторов кольца, причем их размер увеличивается от внутреннего ряда к внешнему. В каждом ряду форма и размер отверстий 5, а также их количество в рядах одинаковые. В центральной части кольцевой пластины 3 установлен конический наконечник 6.

Кольцевая пластина 4, прикрепленная к внешнему стакану 2, имеет сквозные отверстия 7 для крепления к трубопроводу и насосу, а также кольцевую канавку 8 под уплотнение. Внутренние диаметры внешнего стакана 2 и прикрепленной к нему кольцевой пластины 4 равны. Внешний 1 и внутренний 2 стаканы соединены между собой при помощи резьбы 9.

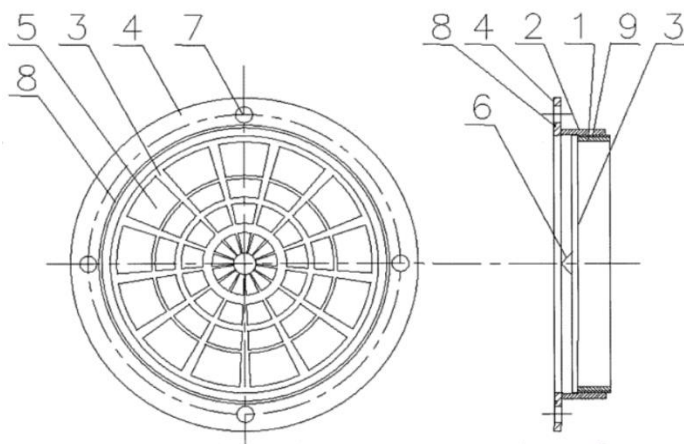


Рис. 1. Делитель потоков

Делитель потока работает следующим образом.

С целью снижения кавитации в насосе на входной патрубок насоса устанавливается предлагаемый делитель потока. Жидкость на входе в насос, проходя через делитель разделяется на отдельные струи, что приводит к снижению интенсивности образования кавитационных пузырей в насосе и предотвращает кавитационное разрушение внутренних деталей насоса.

Процесс деления на струи, входящего в насос, потока происходит при его взаимодействии с кольцевой пластиной 3. С целью снижения интенсивности кавитации отверстия 5 в кольцевой пластине 3 выполнены круговыми рядами.

Такое конструктивное исполнение кольцевой пластины 3 позволяет эффективно уменьшать интенсивность образования кавитационных пузырей в насосе, предотвращать его разрушение и не оказывать существенного гидравлического сопротивления потоку, что необходимо для нормальной работы насосного оборудования.

Благодаря тому, что стакан 1 и соединенная с ним кольцевая пластина 3 установлены с возможностью поворота относительно продольной оси появляется возможность изменять расположение пластины 3 относительно колеса насоса, то есть, регулировать градиент давлений в насосе и влиять на интенсивность кавитации. Это достигается тем, что внешний 1 и внутренний 2 стаканы соединены между собой при помощи резьбы 9.

Для равномерного распределения потока по сечению трубопровода и повышения эффективности его разделения на струи в центральной части кольцевой пластины 3 установлен конический наконечник 6, разрушающий центральную часть потока и перенаправляющий жидкость в зоны отверстий 5.

Предлагаемая конструкция делителя потока при сравнительно простой конструкции позволяет обеспечить эффективное снижение кавитации в насосном оборудовании, предотвращает кавитационный износ его внутренних деталей и обладает не высоким гидравлическим сопротивлением.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Осевой клапан [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.mokveldm.com/attachments/article/10/1-1.pdf>. Дата обращения: 02.02.2020
2. Пат. 2620616 Российская Федерация, МПК **F16K 3/24**. Регулирующий клапан осевого типа / А.Е. Лебедев, А.Б. Капранова, А.М. Мельцер, С.А. Солопов, Д.В. Воронин, С.В. Неклюдов, Е.М. Серов. Оpubл. 29.05.2017, Бюл. № 16.
3. Пат. 2715122 Российская Федерация, МПК **F04D 29/66**. Делитель потока / А.Е. Лебедев, А.Б. Капранова, Д.С. Долгин, И.С. Гуданов. Оpubл. 25.02.2020. Бюл. № 6.

ПРЯМОТОЧНЫЙ КЛАПАН

А.Г. Викторов, А.Е. Лебедев

Научный руководитель - **А.Е. Лебедев**, д-р техн. наук, профессор

Ярославский государственный технический университет

При регулировании различных сред во время их транспортировки по магистральным трубопроводам возникают определённые трудности. Существующие на данный момент конструкции прямооточных клапанов не могут их решить. Разработана новая конструкция прямооточного клапана, которая при всех своих особенностях обеспечит минимальное количество проблем при её использовании.

Ключевые слова: *арматуростроение, запирающее устройство, кавитационные эффекты, турбулизация, клапан.*

DIRECT FLOW VALVE

A.G. Viktorov, A.E. Lebedev

Scientific Supervisor - **A.E. Lebedev**, Doctor of Technical Sciences,
Professor

Yaroslavl State Technical University

Regulating various media during their transportation through main pipelines, certain some problems. Current designs of direct-flow valves cannot solve them. I have developed a direct-flow valve design that, with all its features, will provide a minimum number of problems when using it.

Key words: *fitings, locking device, cavitation effects, turbulization, valve.*

Предлагаемая конструкция клапана относится к арматуростроению, в частности к регулирующим клапанам осевого потока, применяемым в промышленной трубопроводной арматуре, и предназначено для регулирования и перекрытия рабочих сред жидкостей и газов [1]. Прямоточный клапан содержит внешний и внутренний корпусы, входной и выходной патрубки с фланцами, делитель потока, выполненный в виде перфорированного полого цилиндра, запирающее устройство с приводом поступательного движения в виде реечного механизма [2-6]. Запирающее устройство

представляет собой цилиндроконическую обечайку, коническая часть которой установлена со стороны выходного патрубка, при этом внутренняя поверхность обечайки взаимодействует с внешней поверхностью перфорированного полого цилиндра, который выполнен закрытым с одного торца, а в боковых частях - с поверхностью внутреннего корпуса, причем на внутренней поверхности обечайки, в зоне ее цилиндрической части размещены радиальные перегородки, соединенные с реечным механизмом. Предлагаемый прямоотчный клапан имеет сравнительно простую конструкцию, позволяет существенно разгрузить запирающее устройство, снизить нагрузки на привод и уменьшить турбулентность.

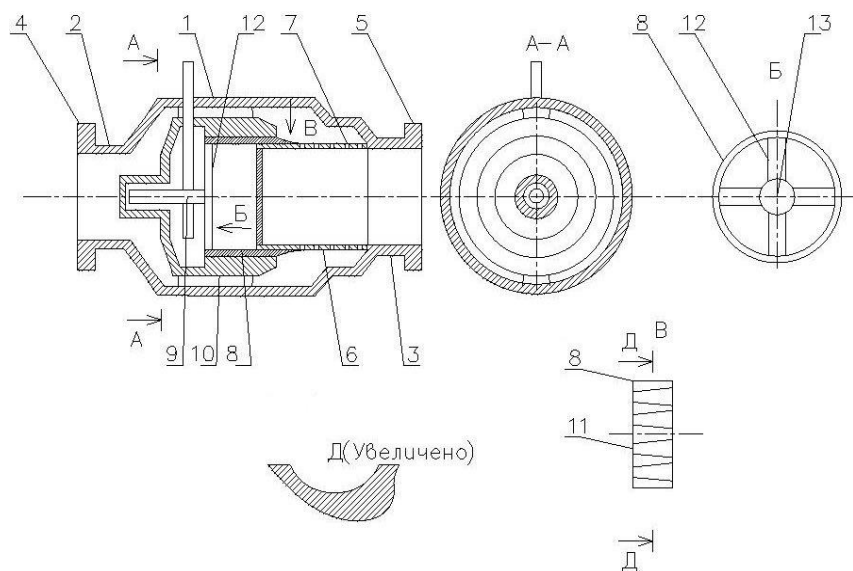


Рис. 1. Схема прямоотчного клапана

Прямоточный клапан содержит внешний корпус 1, входной и выходной патрубки 2 и 3 соответственно, фланцы 4 и 5, делитель потока, выполненный в виде перфорированного полого цилиндра 6, с отверстиями 7. Запирающее устройство представляет собой цилиндроконическую обечайку 8. С целью снижения гидродинамического сопротивления перемещению внешняя поверхность обечайки 8 выполнена в виде двух частей цилиндрической и криволинейной. Цилиндрическая часть обечайки контактирует с поверхностью внутреннего корпуса 10. Для снижения турбулентности потока на криволинейной части обечайки выполнены продольные

ручьи 11 криволинейного поперечного сечения, ширина и глубина которых увеличивается к краю обечайки.

Это также позволяет направить поток непосредственно к отверстиям в перфорированном полом цилиндре.

Количество ручьев равно числу отверстий в рядах перфорированного полого цилиндра. С целью снижения нагруженности привода на внутренней поверхности обечайки, в зоне ее цилиндрической части размещены радиальные перегородки 12, соединенные в центральной части при помощи штока 13 с реечным механизмом 9.

Это позволяет соединить полости внутреннего корпуса, изменяющиеся в объеме при перемещении обечайки.

Прямоточный клапан работает следующим образом.

В полностью открытом положении (крайнее левое положение обечайки 8, при котором открыты все отверстия 7 в перфорированном полом цилиндре б) жидкость

поступает во внутренний объем внешнего корпуса 1 через входной патрубок 2. Далее поток проходит вдоль клапана, обтекая внутренний корпус 10, и направляется к отверстиям 7 перфорированного полого цилиндра б. Проходя через них, жидкость попадает в выходной патрубок 3. Процесс регулирования в данном клапане осуществляется путем перекрытия отверстий 7 перфорированного цилиндра б поступательно движущейся обечайкой 8, внутренняя поверхность которой взаимодействует с внешней поверхностью

перфорированного полого цилиндра б и при перемещении открывает (движение влево) или закрывает (движение вправо) отверстия 7.

Закрытие всех отверстий 7 обечайкой 8 соответствует полностью закрытому клапану (крайнему правому положению обечайки 8).

Промежуточные положения обечайки 8 соответствуют частичному перекрытию отверстий 7 (часть отверстий открыта, часть закрыта обечайкой).

С целью снижения турбулентности и кавитационных эффектов внешняя поверхность обечайки выполнена в виде двух частей цилиндрической и криволинейной, при этом цилиндрическая часть контактирует с поверхностью внутреннего корпуса, а на криволинейной части выполнены продольные ручьи, продольные оси которых параллельны продольной оси клапана, а ширина и глубина увеличивается к краю обечайки.

Наличие криволинейной части способствует плавному направлению потока к отверстиям 7 в перфорированном полом цилиндре б, причем количество ручьев равно числу отверстий в рядах перфорированного полого цилиндра. Это способствует снижению турбулизации потока.

Увеличение ширины и глубины продольных ручьев к краю обечайки позволяет также снизить турбулизацию потока за счет формирования устойчивых течений в зоне перехода с криволинейной части обечайки 8 в отверстия 7 перфорированного полого цилиндра 6. при этом кавитационные пузыри, образующиеся во внутренней полости перфорированного полого цилиндра, направляются в центральную зону потока и при схлопывании не разрушают поверхности деталей клапана.

Выполнение продольных осей ручьев параллельными продольной оси клапана, а поперечного сечения криволинейной формы формирует устойчивое осевое течение жидкости и практически исключает возникновение боковых течений.

Предлагаемый прямоточный клапан имеет сравнительно простую конструкцию, позволяет уменьшить турбулентность потока и снизить кавитационные эффекты [1].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Пат. 2645103 Российская Федерация, МПК **F16K 1/12**. Прямоточный клапан / А.Е. Лебедев, А.Б. Капранова, А.М. Мельцер, Д.В. Воронин, С.В. Неклюдов, Е.М. Серов. Оpubл. 15.02.2018.
2. Пат. 2646986 Российская Федерация, МПК **F16K 1/12**. Прямоточный регулирующий клапан / А.Е. Лебедев, А.Б. Капранова, А.М. Мельцер, Д.В. Воронин, С.В. Неклюдов, Е.М. Серов. Оpubл. 13.03.2018. Бюл. № 8.
3. Пат. 2647933 Российская Федерация, МПК **F16K 1/12**. Осевой регулирующий клапан / А.Е. Лебедев, А.Б. Капранова, А.М. Мельцер, Д.В. Воронин, С.В. Неклюдов, Е.М. Серов. Оpubл. 21.03.2018. Бюл. № 9.
4. Пат. 2657371 Российская Федерация, МПК **F16K 1/12**. Прямоточный регулирующий клапан / А.Е. Лебедев, А.Б. Капранова, А.М. Мельцер, Д.В. Воронин, С.В. Неклюдов, Е.М. Серов. Оpubл. 13.06.2018. Бюл. № 17.
5. Пат. 2692582 Российская Федерация, МПК **F16K 1/12**. Осевой регулирующий клапан / А.Е. Лебедев, А.Б. Капранова, А.М. Мельцер, Д.В. Воронин, С.В. Неклюдов, Е.М. Серов. Оpubл. 25.06.2019. Бюл. № 18.
6. Пат. 2692607 Российская Федерация, МПК **F16K 1/12**. Прямоточный регулирующий клапан / А.Е. Лебедев, А.Б. Капранова, А.М. Мельцер, Д.В. Воронин, С.В. Неклюдов, Е.М. Серов. Оpubл. 25.06.2019. Бюл. № 18.

УДК 620.179.16

**УЛЬТРАЗВУКОВОЙ КОНТРОЛЬ ТРУБЧАТЫХ ИЗДЕЛИЙ
НА ПРИМЕРЕ ОБОЛОЧЕК ТВЭЛОВ БЫСТРЫХ
РЕАКТОРОВ БЕЗ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КОНТАКТНОЙ
ЖИДКОСТИ**

С.Ю. Пучкин, М.А. Ганзен

Научный руководитель – **М.А. Ганзен**, канд. техн. наук, доцент

Рыбинский государственный авиационный технический университет
имени П.А. Соловьева

Рассматривается метод возбуждения и регистрации параметров окружных резонансных колебаний и его применимость для ультразвуковой дефектоскопии трубчатых изделий.

Ключевые слова: нормальные волны, волны Лэмба, резонансные частоты, оболочки ТВЭЛов, дефектоскопия.

**ULTRASONIC TESTING OF TUBULAR PRODUCTS
THROUGH THE EXAMPLE OF FUEL ELEMENT CANS
OF FAST REACTORS WITHOUT THE USE OF CONTACT
LIQUIDS**

S.Yu. Puchkin, M.A. Ganzen

Scientific Supervisor – **M.A. Ganzen**, Candidate of Technical
Sciences, Associate Professor

P.A. Solovyov Rybinsk State Aviation Technical University

A method of excitation and registration of circumferential resonance oscillation parameters and its applicability for ultrasonic inspection of tubular products is considered.

Keywords: normal waves, Lamb waves, resonance frequencies, fuel element cans, defectoscopy.

В атомной промышленности России поставлена задача увеличения срока службы тепловыделяющих элементов (ТВЭЛов) быстрых реакторов АЭС. Основной характеристикой, определяющей срок службы ТВЭЛов, является величина повреждающей дозы, приходящейся на оболочку. Определить предельную разрушающую дозу оболочек твэлов до их разрушения в

реальной тепловыделяющей сборке (ТВС) практически невозможно. Но возможно проведение послереакторных исследований в горячих камерах, с помощью которых можно обнаружить коррозионные повреждения, трещины, утонения, и ряд других повреждений, опираясь на которые, можно установить начало необратимого процесса деградации свойств оболочки и обосновать её остаточный ресурс.

Материал оболочки ТВЭЛов должен обладать следующими свойствами: высокая коррозионная, эрозионная и термическая стойкость; кроме того, он не должен существенно изменять характер поглощения нейтронов в реакторе. Оболочки ТВЭЛов в настоящее время изготавливают из сплавов алюминия, циркония, из нержавеющей стали.

Послеэксплуатационный анализ состояния ТВЭЛов быстрых реакторов проводится как в горячей камере реактора БН-600, так и в горячих камерах Института реакторных материалов (АО «ИРМ»). Хорошая герметизация оболочки ТВЭЛов необходима для исключения попадания продуктов деления топлива в теплоноситель, что может повлечь распространение радиоактивных элементов в активную зону и первый контур охлаждения реактора.

Контроль герметичности оболочек на работающем реакторе производится по уровню этих элементов в первом контуре реактора. Также химическая реакция урана, плутония и их соединений с теплоносителем может повлечь деформацию ТВЭЛа и другие нежелательные последствия, такие как коррозия и утонение оболочки.

Перечисленные дефекты могут быть выявлены с помощью акустического вида неразрушающего контроля, в частности, метода ультразвуковой резонансной спектроскопии. Этот метод основан на регистрации и анализе параметров резонансных колебаний, возбуждаемых или возникающих в контролируемом объекте. Для исследовательских испытаний материалов и изделий могут использоваться различные свойства ультразвука как волнового процесса: отражение, преломление, дифракция, интерференция, затухание, резонансные явления, зависящие от свойств контролируемого материала.

Методы ультразвуковой дефектоскопии широко применяются для исследовательских испытаний и контроля качества трубчатых изделий на различных этапах их изготовления и эксплуатации. Так ультразвуковой контроль трубопроводов атомных энергетических установок проводят эхо-импульсным, зеркально-теневым, эхо-сквозным методами в контактном, щелевом или иммерсионном вариантах с использованием продольных, поперечных, поверхностных (Рэлея) и нормальных (Лэмба) типов ультразвуковых волн в зависимости от типоразмера контролируемых полубрикетов и изделий.

Сущность метода заключается в возбуждении резонансных колебаний исследуемого образца и регистрации характеристик спектров этих колебаний. Такими характеристиками являются: амплитуда колебаний на некоторой частоте, частоты, на которых зависимость амплитуды имеет максимум, резонансные частоты, ширина резонансных пиков.

Информацию о свойствах материала образца можно получить не только по значениям указанных характеристик, но и по их изменениям под действием внешних факторов – температуры среды, ионизирующего излучения, магнитного поля, силовых воздействий. Внутренние факторы – неоднородности структуры, трещины, включения, также влияют на характеристики спектра и могут быть обнаружены по их изменениям. Измеряя характеристики спектра ультразвуковых колебаний оболочек ТВЭЛов и их изменение под действием внешних факторов, можно определить комплекс характеристик материала – модуль Юнга, коэффициент Пуассона, внутреннее трение, температуры и кинетику структурных и фазовых превращений в материале, сделать заключение о наличии или отсутствии в образце дефектов.

Автором статьи был разработан проект конструкции ультразвуковой установки, предназначенной для выявления дефектов типа трещин, утонений, коррозионных и других повреждений оболочек ТВЭЛов.

Установка является максимально технологичной, устойчивой к воздействию высоких температур и повышенному уровню радиации. Контроль оболочки выполняется дискретно. Проходя по роликам, ТВЭЛ останавливается в позиции контроля и прижимается к набору ультразвуковых датчиков с помощью пневматического механизма. Значительная сила прижима позволяет выполнять контроль без использования контактной жидкости (геля или воды).

Общий вид сканирующего устройства установки показан на рис. 1.

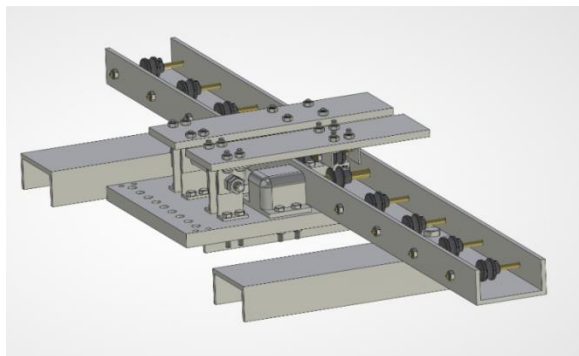


Рис. 1. Общий вид сканирующего устройства

В настоящее время планируется доработка конструкции установки с целью расширения её функциональных возможностей (контроль прутков и другого сортового проката, труб с покрытием).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Баранов В.М.* Акустические измерения в ядерной энергетике. М.: Энергоатомиздат, 1990. 319 с.
2. *Коновалов И.И.* Выявление факторов ускоренного накопления повреждений в оболочках твэлов, облученных в реакторе БН-600, неразрушающими методами контроля / И.И. Коновалов, В.В. Чуев, К.В. Митюрев // Известия вузов. Ядерная энергетика. 2011. № 2. С. 171-180.

ОСОБЕННОСТИ РАСЧЕТА НА ПРОЧНОСТЬ ПРИ ЦИКЛИЧЕСКИ ИЗМЕНЯЮЩИХСЯ НАПРЯЖЕНИЯХ ПОНЯТИЕ ОБ УСТАЛОСТИ МАТЕРИАЛА

Т.А. Краснобаев, И.С. Шеронина

Научный руководитель – **И.С. Шеронина**, канд. техн. наук, доцент

Ярославский государственный технический университет

Рассмотрен порядок расчета деталей машин на долговечную прочность. Проанализированы особенности влияния различных факторов на усталостную прочность деталей, таких как концентрация напряжений, размеры детали, состояние обработки ее поверхности. Определен порядок определения коэффициента запаса прочности по нормальным и касательным напряжениям, а также при сложном сопроптивлении.

Ключевые слова: усталостные разрушения, коэффициент запаса циклической прочности, переменные нагрузки, предел выносливости, эффективный коэффициент концентрации напряжений.

SPECIFICS OF STRENGTH CALCULATION AT CYCLICALLY CHANGING TENSIONS THE CONCEPT OF MATERIAL FATIGUE

T.A. Krasnobaev, I.S. Sheronina

Scientific Supervisor – **I.S. Sheronina**, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor

Yaroslavl State Technical University

The paper considers the procedure for calculating long-term strength of machine parts. The specifics of the influence of various factors, such as stress concentration, part dimensions and the state of surface processing for fatigue strength, were analyzed. A method of finding the safety factor for normal and tangential stresses, as well as for complex resistance, was determined.

Keywords: fatigue, failure, safety, factor of cyclic strength, variable loads, fatigue limit, effective stress concentration factor.

Анализ литературных источников [1, 2] показывает что, физические основы усталостного разрушения материалов сложны и до сих пор до конца не изучены. Основной причиной усталостного разрушения считается образование в материале конструкции трещин. В результате действия периодических, особенно, знакопеременных напряжений, находящиеся в материале микротрещины растут, соединяются, увеличиваясь до таких размеров, при которых возможно внезапное разрушение.

Таким образом, под усталостью понимается процесс постепенного накопления необратимых, механических повреждений, которому предшествует многократно повторяющаяся прямая и обратная пластическая деформация в наиболее слабых плоскостях, наименее удачно расположенных кристаллах.

В связи с вышеизложенным, перед конструктором, проектирующим детали машин, которые работают под действием переменных (периодических) нагрузок, кроме обычных расчетов на прочность и жесткость, необходимо уметь проводить расчеты на длительную прочность и долговечность. Для успешного проведения таких расчетов, в дополнение к уже известным механическим характеристикам материалов: пределам прочности и текучести необходимо добавить некоторые новые, связанные со спецификой циклического разрушения.

Такой характеристикой является предел выносливости σ_R , который определяется для каждого материала экспериментальным путем. Испытание образцов на выносливость проводится на специальных машинах в условиях симметричного цикла нагружения, поскольку в этом случае, величина предела выносливости имеет наименьшее значение. После определения величины предела выносливости, может показаться, что можно приступать к проведению практических расчетов деталей на усталостную прочность. Такой расчет конструктор, естественно, начинает с назначения ее размеров и формы, которые определяются исходя из выполнения требований по пределу прочности или пределу текучести, обеспечивая необходимый запас прочности, т.е. $n_B = \frac{\sigma_{вр}}{\sigma_{max}}$ и $n_T = \frac{\sigma_T}{\sigma_{max}}$, где σ_{max} — максимальные напряжения при которых работает деталь. Однако предел выносливости реальной детали отличается от предела выносливости образца и зависит от многих факторов, основными из которых являются: концентрация напряжений а также размеры детали и качество обработки ее поверхности. Наличие тех или иных специфических особенностей (факторов) снижает предел выносливости реальной детали, что естественно, необходимо учитывать при расчетах. Снижение предела выносливости детали учитывается специальными коэффициентами для определения величины, которых, обычно используются различные таблицы и графики, имеющиеся в справочной литературе.

В качестве примера на рис.1 показан типичный график для определения эффективного коэффициента концентрации напряжений k_σ для стального ступенчатого стержня при растяжении и сжатии. Кривые 1,2,3 даны для сталей с пределами прочности, соответственно, $\sigma_{вр} = 400$ МПа, 800 МПа, 1200 МПа [1,2]. Аналогичные графики имеются и для вычисления других коэффициентов.

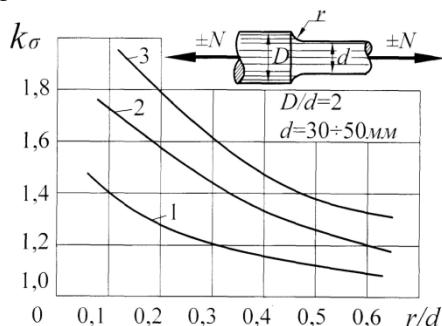


Рис. 1

Только после определения размеров и формы детали, а также величины всех коэффициентов учитывающих, перечисленные выше факторы, конструктор может приступить к определению коэффициента запаса циклической прочности. В случае возникновения в сечении нормальных напряжений этот коэффициент определяется как

$$n_\sigma = \frac{\sigma_{-1}}{k_{\sigma_d} \sigma_a + \Psi_\sigma \sigma_m}, \quad (1)$$

где σ_{-1} – предел выносливости при симметричном цикле нагружения.

σ_a – амплитуда цикла нагружения,

σ_m – среднее напряжение цикла,

k_{σ_d} – коэффициент учитывающий результирующее влияние трех перечисленных факторов на циклическую прочность,

Ψ_σ – угловой коэффициент.

Для вывода формулы (1) обычно используется диаграмма предельных амплитуд Хэйя, а за коэффициент запаса циклической прочности в этом случае принимается отношение отрезка ОВ к отрезку ОА (рис. 2).

Если деталь работает в условиях циклического изменения касательных напряжений, то структура выражения (1) сохраняется и выполняется как

$$n_{\tau} = \frac{\tau_{-1}}{k_{\tau_d} \tau_a + \Psi_{\tau} \tau_m}. \quad (2)$$

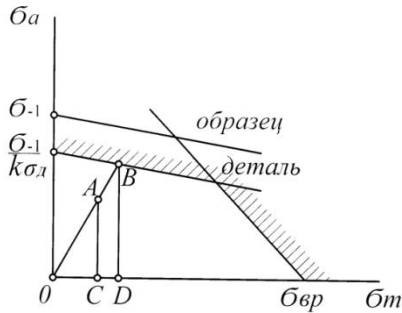


Рис. 2

Если же материал детали находится в двухосном напряженном состоянии, при котором в ее поперечном сечении возникают нормальные и касательные напряжения то в настоящее время общепринятым выражением для определения величины суммарного коэффициента запаса циклической прочности является формула Гафа и Полларда:

$$\frac{1}{n^2} = \frac{1}{n_{\sigma}^2} + \frac{1}{n_{\tau}^2}, n = \frac{n_{\sigma} + n_{\tau}}{\sqrt{n_{\sigma}^2 + n_{\tau}^2}}.$$

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Феодосьев В.И.* Сопротивление материалов: учебник для вузов. 10-е изд., перераб. М.: Наука: Гл. ред. физ.-мат. лит., 1986. 512 с.
2. *Любошиц М.И.* Справочник по сопротивлению материалов / *М.И. Любошиц, Г.М. Ицкович.* Изд. 2-е, исправл. и дополн. Минск: Высшая школа, 1969. 464.

УДК 665.637.73

СКРЕБКОВЫЙ ВАЛ КРИСТАЛЛИЗАТОРА С ПРУЖИННОЙ ОПОРОЙ СКРЕБКА

А.Н. Малышев, И.С. Гуданов

Научный руководитель – **И.С. Гуданов**, канд. техн. наук, доцент

Ярославский государственный технический университет

Описывается конструкция вала с новым способом подпружинивания скребков. Модель относится к скребковым валам для трубчатых кристаллизаторов и направлена на повышение надежности в работе и увеличении срока службы за счет исключения возможности заклинивания в процессе работы при сохранении качества очистки внутренней поверхности кристаллизатора.

Ключевые слова: скребковый кристаллизатор, скребок, пружинная опора, метод конечных элементов.

CRYSTAL SCRAPER SHAFT WITH SPRING SUPPORT SCRAPER

A.N. Malyshev, I.S. Gudanov

Scientific Supervisor – **I.S. Gudanov**, Candidate of Technical
Sciences, Associate Professor

Yaroslavl State Technical University

The design of the shaft with a new method of spring-loaded scrapers is described. The model refers to scraper shafts for tubular crystallizers and is aimed at improving reliability in operation and increasing service life by eliminating the possibility of jamming during operation while maintaining the quality of cleaning the inner surface of the mold.

Keywords: scraped surface crystallizer, scraper, steel spring bearing, finite element method.

Скребковые кристаллизаторы морально устаревший тип аппаратов с большим числом недостатков. На фоне этого появляются новые образцы кристаллизационной техники, позволяющие интенсифицировать процесс. К ним можно отнести смесительные КС-40 и пульсационные КСП-2 кри-

сталлизаторы. Однако в силу определенных обстоятельств они могут использоваться лишь на второй ступени депарафинизации. Несмотря на многообещающую перспективу струйных аппаратов, сравнительный анализ эффективности работы кристаллизаторов различного типа показал, что они ускоряют процесс лишь на 3-5 % (масс.) и не позволяют перерабатывать вещества склонные к агломерации. Из всего этого можно заключить, что единственным оправданным типом кристаллизаторов, который может одинаково успешно использоваться на обеих ступенях процесса является скребковый аппарат. На установках депарафинизации масел отечественных НПЗ активно эксплуатируется большое количество различных типов регенеративных и кожухотрубчатых скребковых кристаллизаторов конструкции ВНИИнефтемаша. Отдельные кристаллизаторы работают уже более 25 лет и претерпели изменения лишь в расширении ряда типоразмеров. В последнее время внедрены кристаллизаторы со значительно большей тепловой поверхностью до 340 м² в исполнении, позволяющем их устанавливать на открытой площадке. Среди особо значимых преимуществ скребковых кристаллизаторов можно отметить следующее: непрерывный режим работы, развитая поверхность теплообмена, легкость регулирования рабочего режима, возможность осуществления процесса при незначительных переохлаждениях разделяемой смеси. Однако этим же конструкциям характерны весьма существенные недостатки: громоздкость аппарата, большая удельная металлоемкость, значительное гидравлическое сопротивление и большое число сальниковых уплотнений. Дальнейшее развитие технологии депарафинизации неразрывно связано с совершенствованием реализующей её техники. Основные направления её развития связаны с повышением надежности, ремонтпригодности и интенсификацией процесса. Удовлетворить эти запросы во многом позволяет создание скребковых устройств нового типа. Одни из наиболее ярких рационализаторских работ [1, 2]. На основе собственных наблюдений и опыта общения со специалистами НПЗ, эксплуатирующими скребковые кристаллизаторы, нами была предложена конструкция вала с новым способом подпружинивания скребков. Первые умозрительные предположения позволяют сформулировать вполне логичные утверждения, что данная конструкция будет отличаться большей жесткостью, большим прочностным ресурсом и в разы уменьшать число аварийных ситуаций. Кроме того бережный режим съема парафина с теплообменной поверхности повысит ресурс работы корпуса и возможно снизит энергопотребления. Данные предположения предлагается проверить сравнением нагруженного состояния скребковых валов существующей и новой конструкции, просчитанных численно с помощью метода конечных элементов.

Классическая (устоявшаяся) конструкция скребкового вала кристаллизатора типа «труба в трубе» включает в себя сам вал, выполненный

из трубы $\varnothing 60 \times 6$ мм и длиной 2646 мм, от которого чередуясь образом во взаимно перпендикулярных плоскостях отходят скребки, подпружиненные в направляющих втулках. Таким образом, скребок способен совершать перемещения лишь вверх/вниз, адаптируясь к толщине слоя налипшего на стенки трубы парафина. При этом скребки поджимаются пружинами к внутренней поверхности трубы с постоянным усилием 8 кг (см. рис. 1). Возникающая при этом сила трения будет равна 24 Н и направлена по лезвию скребка в сторону противоположную его движения.

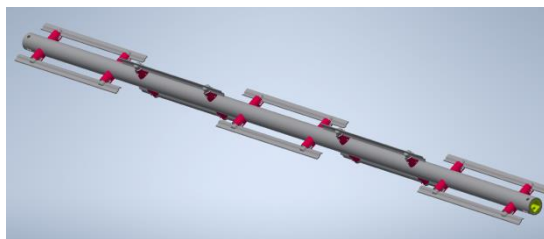


Рис. 1. Вал скребкового кристаллизатора

Предлагаемая усовершенствованная конструкция скребкового вала призвана уменьшить нагрузки на скребок и уменьшить число аварийных остановов за счёт демпфирования пружинной дефектных новообразований на внутренней поверхности трубы – заусенцев, задиоров и т.д. Это достигается за счет использования пружины специальной конструкции (см. рис. 2).

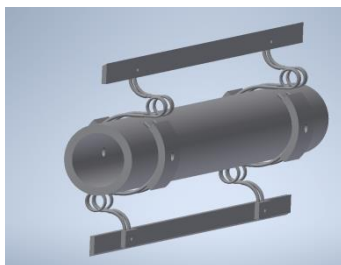


Рис. 2. Конструкция вала с пружиной кручения

Расчёт проводился численно с помощью метода конечных элементов, успешно реализованного в прикладном программно-вычислительном комплексе Autodesk Inventor. В качестве результатов были получены основные характеристики напряженно-деформированного состояния (рис. 3 и 4).

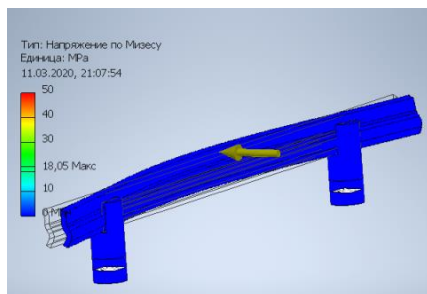


Рис. 3. Напряжения по Мизесу для скребка существующей конструкции

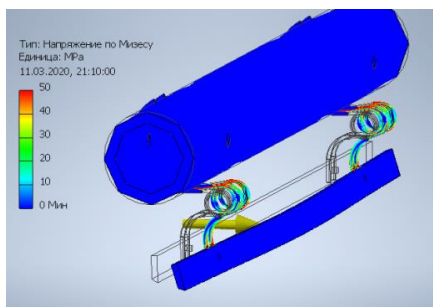


Рис. 4. Напряжения по Мизесу для пружины кручения

Несмотря на более высокие напряжения, возникающие в пружине, предложенная конструкция выдерживает заданные нагрузки.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Авторское свидетельство № 165245 Российская Федерация, МПК В01D 9/00. Скребокый вал кристаллизатора с пружинной опорой скребка / А.Г. Краев. 2016112075/05-26; заявлено 31.03.2016; опубл. 10.10.2016.
2. Авторское свидетельство № 131984 Российская Федерация, МПК В01D 9/02. Скребокый вал трубчатого кристаллизатора / С.В. Везе, Е.В. Танцов. 2012149335/05; заявлено 19.11.2012; опубл. 10.09.2013.
3. Справочник нефтепереработчика / Под ред. Г.А. Ластовкина, Е.Д. Радченко и М.Г. Рудина. Л.: Химия, 1986.

ОПТИМАЛЬНОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ СТАТИЧЕСКИ НЕОПРЕДЕЛИМЫХ СИСТЕМ

Ю.Е. Лобанова, Н.В. Бадаева

Научный руководитель – **Н.В. Бадаева**, канд. техн. наук, доцент

Ярославский государственный технический университет

Дается понятие оптимального проектирования элементов конструкций, рассмотрен пример оптимального проектирования статически неопределимой однопролетной балки.

Ключевые слова: оптимальное проектирование, элементы конструкций, статически неопределимая система, целевая функция, управляющие параметры, оптимальные значения.

OPTIMAL DESIGN OF STATICALLY UNCERTAINABLE SYSTEMS

Yu.E. Lobanova, N.V. Badaeva

Scientific Supervisor – **N.V. Badaeva**, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor

Yaroslavl State Technical University

The concept of optimal design of structural elements is given, an example of a statically indefinable single-span beam is considered.

Keywords: optimal design, structural elements, statically indeterminate system, objective function, control parameters, optimal values.

Создание сооружений и конструкций, удовлетворяющих наилучшим эксплуатационным требованиям, составляет предмет оптимального проектирования. Задача оптимизации заключается в нахождении таких параметров рассматриваемого объекта, при котором определенный критерий качества (критерий оптимизации) этого объекта оптимален. Математиче-

ская зависимость критерия оптимизации от искомым параметров проектируемой системы называется целевой функцией. Функция цели зависит от ряда параметров, которые называются управляющими параметрами. Как правило, на функцию цели и управляющие параметры накладывается еще ряд дополнительных условий – ограничения в форме равенств или неравенств. Значение функции цели при найденных значениях управляющих параметров является искомым решением задачи оптимизации.

В качестве критерия оптимальности при проектировании конструкции или сооружения может служить как стоимость конструкции, так и ее вес или объем при соблюдении условий прочности, жесткости, устойчивости, сейсмостойкости, долговечности и другие эксплуатационные и технологические условия. Критерий является средством, с помощью которого должны численно сопоставляться конкурирующие варианты проектируемого объекта. Назначения критерия состоит в том, чтобы проверять предпочтения при расчетах и проектировании разрабатываемого объекта. Параметрами оптимизации могут служить геометрические параметры формы отдельного элемента или всей конструкции в целом, а также параметры характерных сечений. Возможности регулирования усилий в элементах и соответственно выбор управляющих параметров при оптимизации статически определимых и статически неопределимых систем различаются принципиально. Особенностью статически определимых стержневых систем является то, что внутренние усилия в элементах статически определимой стержневой системы определяются исключительно уравнениями равновесия ее элементов и системы в целом и зависят только от геометрической конфигурации стержневой конструкции, от длин ее элементов, топологии их соединения и от нагрузки и не зависят от жесткости элементов.

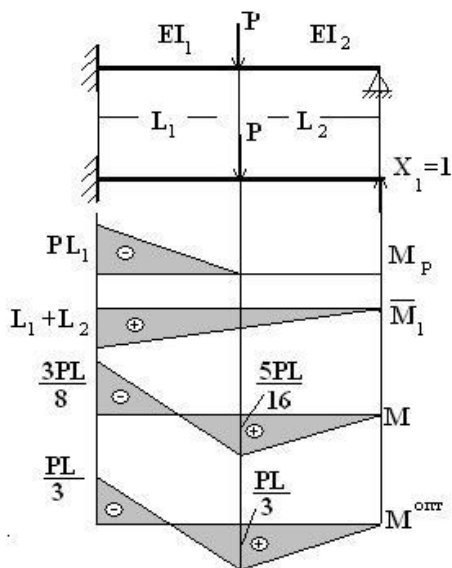
Для оптимизации распределения усилий в статически неопределимых системах имеются дополнительные возможности. Это обусловлено тем, что в статически неопределимых конструкциях можно искусственно создавать самоуравновешенные напряженно-деформированные состояния, которые, накладываясь на усилия и деформации от заданной нагрузки, изменяют окончательное распределение усилий и деформаций. Оптимального в определенном смысле распределения усилий и деформаций в элементах статически неопределимых систем можно добиться путем изменения соотношения жесткости элементов конструкции, задания начальных смещений опорных закреплений, изменения величины податливости опор, предварительного напряжения элементов конструкции и изменения температуры. Если функция цели – непрерывная функция управляющих параметров, которые являются независимыми переменными, а условием оптимальности является условие минимума или максимума

функции цели при отсутствии ограничений, то задача оптимизации формулируется и решается, как задача на экстремум функции многих переменных. Если имеются ограничения в форме равенств, то получаем задачу на условный экстремум функции.

Если роль функции цели выполняет функционал, зависящий от параметров, которые в свою очередь являются непрерывными функциями аргументов, а условием оптимальности служит условие стационарности функционала, то задача оптимизации сводится к задаче вариационного исчисления.

Рассмотрим регулирование усилий в однопролетной статически неопределимой балке, нагруженной сосредоточенной силой.

Целевая функция в данной задаче – изгибающий момент в сечениях балки. Оптимальным считаем такое распределение изгибающего момента, при котором величины изгибающего момента в опорном сечении и в сечении под нагрузкой равны. Управляющим параметром является соотношение жесткостей участков балки $k = EI_1 / EI_2$.



Регулирование усилий в однопролетной балке

Рассмотрим пример, когда участки балки одинаковой длины $L_1 = L_2 = L$. Задача решается методом сил. Схема балки, основная система и все необходимые эпюры приведены на рисунке.

$$\delta_{11}X_1 + \Delta_{1P} = 0$$

$$\delta_{11} = \frac{L}{6EI_1} (4L * 2L + 4L + 4L * L) + \frac{1}{EI_2} \frac{L * L * 2}{3} L = \frac{L^3}{3EI_1} (7 + k);$$

$$\Delta_{1P} = \frac{-1}{2EI_1} \frac{PL * L * 5}{6} * 2L = \frac{-5PL^3}{6EI_1}; \frac{L^3}{3EI_1} (7 + k) X_1 - \frac{5PL^3}{6EI_1} = 0$$

$X_1 = \frac{5P}{2(7+k)}$ При $k=1$, $X_1=5/16$ Целевая функция одного управляющего параметра k . Изгибающий момент в сечениях балки приобретает вид

$$M(x, k) = M_p(x) + \overline{M_x(x)} * X_{11}(k) = M_p(x) + \frac{\overline{M_x(x)} * 5P}{2(7 + k)}.$$

Опорный момент и момент в середине пролета балки определяются формулами

$$M_{оп}(k) = 2L * X_1(k) - PL, M_{пр} = L * X_1(k).$$

Приравниваем модули опорного и пролетного моментов и получаем значение неизвестной, обеспечивающее оптимальное распределение моментов:

$$\begin{aligned} -2L * X_1(k) + PL &= L * X_1(k) \\ X_1(k) &= P/3. \end{aligned}$$

Соответствующая этому значению оптимальная эпюра моментов приведена на рисунке. Условие оптимальности принимает вид

$X_1 = \frac{5P}{2(7+k)} = \frac{P}{3}$ Отсюда находим значение управляющего параметра: $X_1(k) = P/3, 15 = 2(7 + k), k = 0,5, EI_1 = 0,5EI$.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Методы оптимального проектирования: Текст лекций / СПбГУАП. СПб., 2001. 169 с.
2. *Таршиш Ю.Д.* Основы оптимального и вероятностного проектирования элементов конструкций: Учебное пособие / Ю.Д. Таршиш, М.Ю. Таршиш. Ярославль: Изд-во ЯГТУ, 2001. 387 с.

УДК 621.396.6

**ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ И ЦЕЛОСТНОСТИ
РАСЧЁТА РЕШЕНИЯ ПРЯМОЙ И ОБРАТНОЙ ЗАДАЧИ
КОНСТРУКТОРСКИХ РАЗМЕРНЫХ ЦЕПЕЙ
ДЛЯ ПРИБОРОСТРОЕНИЯ И МАШИНОСТРОЕНИЯ**

К.А. Клочков, А.П. Бесшапошникова, А.В. Печаткин

Научный руководитель – **А.В. Печаткин**, канд. техн. наук,
заведующий кафедрой радиоэлектронных
и телекоммуникационных систем

Рыбинский государственный авиационный технический университет
имени П.А. Соловьёва

Рассмотрены вопросы оперативного инвариантного визуализированного расчёта конструкторских размерных цепей в среде MathCAD.

***Ключевые слова:** размерные цепи, прямая и обратная задачи, компьютерная интерактивная модель, визуализация.*

**IMPROVEMENT OF EFFICIENCY AND INTEGRITY
OF CALCULATION OF DECISION OF DIRECT
AND REVERSE PROBLEM OF DESIGN DIMENSIONAL
CHAINS FOR INSTRUMENT AND MECHANICAL
ENGINEERING**

K.A. Klochkov, A.P. Besshaposhnikova, A.V. Pechatkin

Scientific Supervisor – **A.V. Pechatkin**, Candidate of Technical
Sciences, Head of the Department of radio-electronic
and telecommunication systems

P.A. Solovyov Rybinsk State Aviation Technical University

The issues of operational invariant visualized calculation of design dimensional chains in the environment of MathCAD are considered.

***Keywords:** dimensional chains, direct and inverse problems, computer interactive model, visualization.*

Несмотря на активное внедрение экспертных систем и САПР, процесс проектирования радиоэлектронных устройств и систем различного

назначения остаётся сложным и затратным по времени. Прежде всего, это связано с услужением решаемых задач и появлением новых технологий для сквозной реализации проекта. С переходом на новые технологии современный проектировщик электронного оборудования перестаёт быть узким специалистом и трансформируется в аналитика-схемотехника-конструктора-технолога в одном лице.

Одной из важных задач конструкторского проектирования, напрямую влияющей на качество и стоимость технологических работ, является расчёт размерных цепей, в том числе для таких современных технологий, как органическая, печатная и субтрактивная топологическая электроника [1]. С переходом на «печатную» электронику схемотехническое проектирование всё больше и больше трансформируется к пространственным топологическим задачам, в которых формирование схемотехнического массива осуществляется параллельно с разработкой топологии печатных плат.

Использование «функциональных чернил» позволяет распечатать различные электронные компоненты: трассы, индуктивности, ёмкости, резисторы, диоды, транзисторы, батареи, блоки памяти, чувствительные элементы, дисплеи и т.п. Вместе с тем, подобные аддитивные технологии требуют повышенного внимания к контролю топологических границ, выполнению однородных тонких слоёв и их пространственному совмещению [2, 3].

В качестве примера можно указать технологию медленной струйной печати «капля за каплей», при которой образуется «конус неопределённости», зависящий от угла выброса капли из сопла и обычно составляющий около 8...10 мкм – результат разброса жидкой фазы материала при падении с высоты. Это, в свою очередь, изменяет линию шероховатости кромки и задаёт лимиты на размещение в проектные правила масштабирования. Немаловажное влияние на линейные размеры топологического рисунка оказывает процесс сушки, т.к. при этом наблюдается сильная миграция материала от центра капли к её краям из-за сильных конвективных сил, связанных с испарением растворителя из «функциональных чернил». Это приводит к увеличению толщины печатных слоёв, повышению шероховатости, появлению на элементах топологии острых кромок. Таким образом, обеспечение заданной точности топологического рисунка на ранних этапах проектирования является актуальной задачей.

Для решения задач по точности в практике проектирования активно используются размерные цепи и модели для их расчёта, в частности, такие методы, как: полной взаимозаменяемости; теоретико-вероятностный; метод регулирования.

Ранее, студентами РГАТУ были сделаны публикации на тему реализации компьютерных моделей размерных цепей для решения прямой за-

дачи [2, 3]. Практика их использования в учебном процессе и деятельности студенческих конструкторско-технологических бюро показала необходимость усовершенствования и внесения ряда изменений, которые коснулись:

- структуры и уровня детализации расчётов;
- группировки (комплексирования) промежуточных и конечных результатов;
- обоюдного расширения используемых качеств и диапазонов размеров;
- возможности указания видов допусков (вычисляемый, симметричный, отверстие, вал) в исходных данных выполняемого расчёта;
- возможности выбора только одного качества;
- возможности решения прямых задач с одним неизвестным звеном или всеми известными звеньями;
- расширения выбора параметров законов случайного распределения (разброса) и наличия «данных по умолчанию»;
- формирования подробной матрицы выходных результатов;
- возможности реализации обратных задач по методу полной взаимозаменяемости и теоретико-вероятностному методу, с восстановлением информации по качествам.

Так же как и прежде, интерактивные модели размерных цепей реализованы на открытой платформе MathCAD, позволяя не только вводить необходимые изменения и улучшения, но наглядно видеть «математику расчёта», что особенно важно для учебного процесса.

Матрицы конечного и промежуточных расчётов получили визуальную идентификацию типов звеньев и неизвестного звена.

В моделях прямой и обратной задач, выполняемых по теоретико-вероятностному методу, появилось возможность наблюдения вероятностных графиков для нормального и равномерного распределений в зависимости от коэффициента риска или вероятности появления брака по отношению к стандартным распределениям. Наглядность значимости и функций вероятностных сценариев является важным фактором для подготовки молодых специалистов.

В процессе расчёта автоматически изменяются размерности основных и промежуточных информационных матриц (массивов) в зависимости от сформированных векторов уменьшающих и увеличивающих звеньев.

В случае выбора формата расчёта с одним неизвестным звеном, последнее может занимать любую позицию в исходной матрице размеров и допусков (увеличивающих и уменьшающих звеньев).

В процессе расчёта размерной цепи, модели реализуют следующие позиции:

- 1) вычисление объёмов исходных массивов данных (размерности ветвей цепи);
- 2) вычисление размера неизвестного звена (при его наличии);
- 3) последовательное формирование (комплексирование) исходных данных в едином формате их представления "закрывающее звено/уменьшающие звенья/увеличивающие звенья";
- 4) вычисление размерного порога, квалитетов и допусков для звеньев, верхних и нижних предельных отклонений;
- 5) вычисление отклонений середины полей допусков от номинальных размеров замыкающего и составляющих (увеличивающих и уменьшающих) звеньев;
- 6) вычисление размеров, соответствующих середине поля допуска каждого звена;
- 7) пошаговый контроль корректности вычислений.

Компьютерные модели успешно апробированы в лабораторном практикуме дисциплины «Теория точности в схемотехнике, конструкции и технологии электронных средств» направления подготовки 11.03.03 Конструирование и технология электронных средств.

Дальнейшее развитие модельного ряда планируется продолжить в направлении реализации расчётов плоских и пространственных размерных цепей.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Кизимов А.Т.* Теория точности в разработке конструкций и технологий: Учебное пособие. Рыбинск: РГАТУ имени П.А. Соловьёва, 2016. 97 с.
2. *Баруздин В.В.* Повышение оперативности и целостности расчёта топологических размерных цепей и функциональных полигонов в изделиях "печатной электроники" на основе интерактивных компьютерных аналитических моделей / В.В. Баруздин, Д.Д. Нодиршоев, А.В. Печаткин // Гагаринские чтения - 2018. Сборник тезисов докладов XLIV Международной молодёжной научной конференции. 2018. С. 147-148.
3. *Баруздин В.В.* Инвариантный интерактивный автоматизированный расчёт размерных цепей для топологических элементов и конструкций электронных изделий / В.В. Баруздин, Д.Д. Нодиршоев, А.В. Печаткин // Сборник материалов конф. В 3 ч. Ч 2. Ярославль: ЯГТУ, 2018. С. 105-108.

УДК 621.7

РАЗРАБОТКА ОБОБЩЕННОГО АЛГОРИТМА СОЗДАНИЯ 3D-МОДЕЛЕЙ СБОРНОГО РЕЖУЩЕГО ИНСТРУМЕНТА

А.В. Михрютин, В.В. Михрютин

Научный руководитель – **В.В. Михрютин**, канд. техн. наук, доцент

Рыбинский государственный авиационный технический университет
имени П.А. Соловьева

В статье разрабатывается обобщенный алгоритм создания геометрических 3D-моделей сборных режущих инструментов, оснащенных сменными многогранными пластинами и расчета величин его геометрических параметров.

***Ключевые слова:** пластины СМП, сборный режущий инструмент, моделирование режущего инструмента, расчет углов режущего инструмента*

GENERALIZED ALGORITHM FOR 3D MODELS OF MODULAR CUTTING TOOLS WITH INDEXABLE INSERTS CREATING

A.V. Mikhryutin, V.V. Mikhryutin

Scientific Supervisor – **V.V. Mikhryutin**, Candidate of Technical
Sciences, Associate Professor

P.A. Solovyov Rybinsk State Aviation Technical University

The article presents a generalized algorithm for creating 3D geometric models of modular cutting tools equipped with removable cutting plates and calculating the values of its geometric parameters.

***Keywords:** cutting tool with indexable inserts, cutting tool modeling, calculation of cutting tool angles.*

В настоящее время сборные режущие инструменты, оснащенные сменными многогранными пластинами (СМП) получили широкое распространение в машиностроении. При этом, доля сборных режущих инструментов отечественного производства остается сравнительно невысокой. Этому способствует высокая трудоемкость проектирования сборного режущего инструмента, связанная со сложностью и узкой применимостью

существующих расчетных методик, а также высокой трудоемкостью построения сложных 3D-моделей в САD-системах. Причем для обеспечения работоспособности инструмента в процессе проектирования необходимо оперативно определять геометрические параметры инструмента, которые требуется поддерживать в заданных пределах. Поэтому для импортозамещения данной продукции требуется проведение работ по автоматизации проектирования сборного режущего инструмента, в частности создания алгоритмов работы таких систем. Указанное выше определяет актуальность разработки обобщенного алгоритма создания 3D-моделей режущего инструмента, оснащенного СМП с учетом заданных значений его геометрических параметров.

Целью данной работы является разработка алгоритма создания 3D-модели режущего инструмента, оснащенного СМП, учитывающего величины кинематических углов режущего инструмента.

Предлагаемый алгоритм предполагается реализовать в виде компьютерного приложения, построенного на основе использования одной из известных графических библиотек. Это позволит не только создавать 3D-модель инструмента, но и экспортировать ее в другие САD-системы в одном из стандартных форматов обмена 3D-данными, например, *step* или *igs*.

Режущие пластины СМП согласно ГОСТ 19042-80 подразделяются по форме на несколько основных типов. В работе [1] алгоритмам построения пластин этих типов присвоены уникальные обозначения: алгоритм для построения профиля режущих кромок равносторонних и равноугольных пластин с острыми вершинами, со скруглениями и с фасками обозначены как А1-1, А1-2, А1-3; круглых – А1-4; прямоугольных с острыми вершинами, скруглениями и фасками – А3-1, А3-2 и А3-3 соответственно. Для пластин параллелограммной формы с острыми вершинами, скруглениями и фасками – А4-1, А4-2 и А4-3. Данные алгоритмы используются при построении модели пластины внутри общего алгоритма построения трехмерной модели сборного режущего инструмента, укрупненно показанного на рис. 1.

Алгоритмы [1] создают последовательность контрольных точек по контуру пластины. Затем по этим точкам строятся рациональные кривые Безье. Для нестандартных пластин исходными данными является последовательность контрольных точек. Для стандартных пластин исходными данными являются их обозначение – шифр группы, шифр формы, число вершин, угол при вершине, величина заднего угла, наличие и форма отверстия, форма вершины, радиус округления вершины, размер, толщина, направление резания, диаметр отверстия, размеры пластин (для 3-й и 4-й групп), класс допуска. Параметры вводятся в программу в явном виде или в виде обозначения.

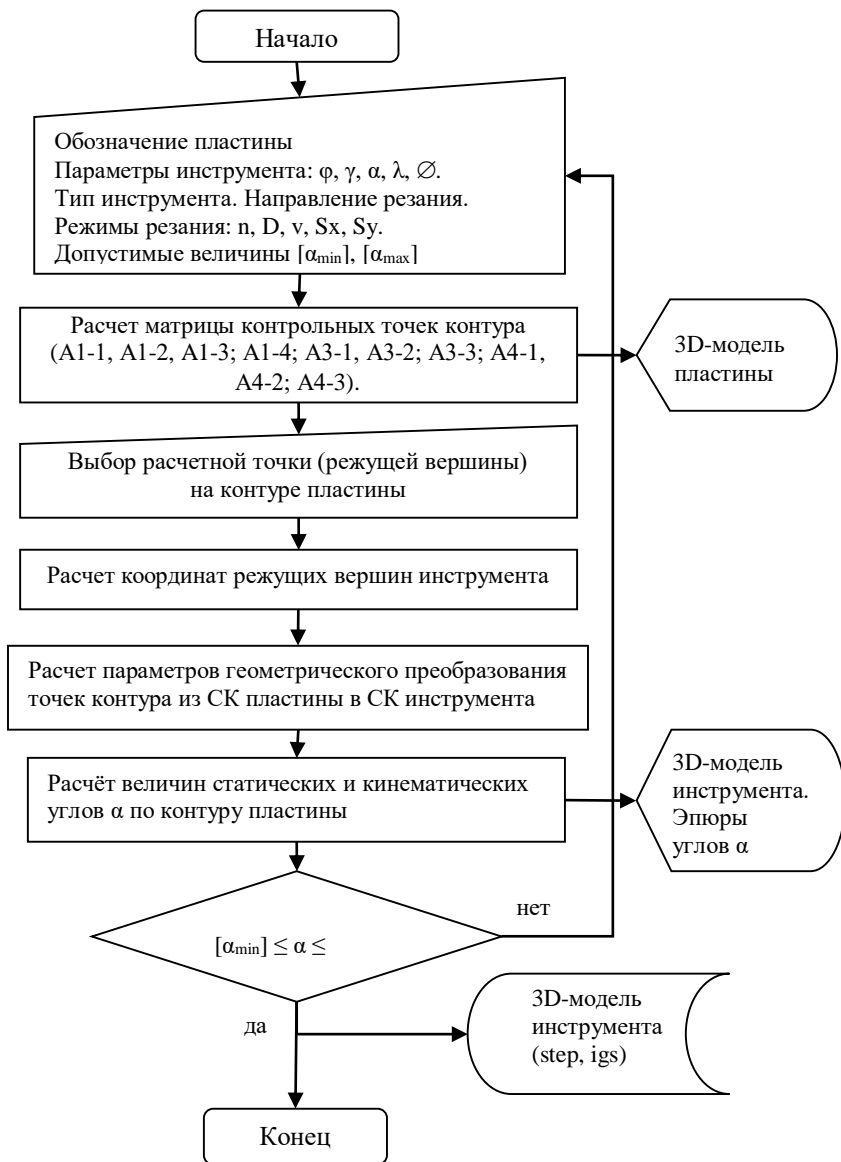


Рис. 1. Схема алгоритма создания 3D-модели сборного инструмента

Построение модели ведётся в плоскости XU системы координат пластины. Это упрощает создание контура и позволяет создавать объемное тело путем трехмерной операции вытягивания вдоль оси Z .

Координаты контрольных точек контура пластины задаются в расширенном пространстве матрицей, каждый столбец которой является координатой контрольной точки

$$p_i = [x_i \quad y_i \quad 0 \quad 1]^T, \quad (1)$$

где x, y – координаты i -й контрольной точки контура пластины.

Положение пластины в режущем инструменте определяется на основе работы [2]. Для этого производится специальное матричное преобразование, позволяющее определить координаты точек пластины

$$p_{pi} = \begin{bmatrix} \bar{l}_п & \bar{j}_п & \bar{k}_п & O_п \\ 1 & 1 & 1 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \bar{l}_л & \bar{j}_л & \bar{k}_л & O_л \\ 1 & 1 & 1 & 1 \end{bmatrix}^{-1} p_i, \quad (2)$$

где $O_п = [x_{п0} \quad y_{п0} \quad z_{п0}]^T$ – начало координат базиса, связанного с режущей пластиной;

$\bar{l}_п, \bar{j}_п, \bar{k}_п$ – орты координатного базиса режущей пластины;

$O_л = [x_{л0} \quad y_{л0} \quad z_{л0}]^T$ – начало координат базиса, связанного с кромкой лезвия сборного инструмента; $\bar{l}_л, \bar{j}_л, \bar{k}_л$ – орты координатного базиса в статической системе координат сборного инструмента, связанные с его режущей кромкой.

Исходными данными для расчета кинематических углов считаются: частота вращения шпинделя n , диаметр инструмента(заготовки) D , скорость резания V , подача S_x, S_y . Расчетные зависимости для определения величин статических и кинематических углов сборного инструмента приведены в [2].

На основе предложенного алгоритма с использованием библиотеки Open CASCADE разрабатывается программа для ЭВМ, позволяющая существенно снизить трудоемкость построения 3D-модели инструмента при проектировании.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Михрютин В.В.* Автоматизация построения модели геометрического образа режущего инструмента, оснащенного СМП / В.В. Михрютин, С.В. Слободской // Вестник Уфимского государственного авиационного технического университета. 2013. Т. 17. № 8 (61). С. 87-92.
2. *Михрютин В.В.* Математическое описание сборного режущего инструмента для моделирования процессов механической обработки // Сборка в машиностроении, приборостроении. № 6, 2011. С. 22–30.

УДК 621.373.826

ЛАЗЕРНАЯ РЕЗКА, ДЕЙСТВУЮЩИЕ ПРОЦЕССЫ В ЗОНЕ РЕЗА

Е.А. Перова

Научный руководитель – **Н.В. Полуглазкова** канд. техн. наук,
доцент

Рыбинский государственный авиационный технический университет
имени П. А. Соловьёва

Проводится анализ того, что на самом деле происходит в разрезе, что необходимо для дальнейшего улучшения качества резки и уменьшения вероятности прилипания окалины или шлака, которые требуют длительной последующей обработки.

Ключевые слова: лазерная резка, качество поверхности реза.

LASER CUTTING, ACTIVE PROCESSES IN THE CUTTING AREA

E.A. Perova

Scientific Supervisor – **N.V. Poluglazkova**, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor

P.A. Solovyov Rybinsk State Aviation Technical University

An analysis is made of what actually happens in the cutting, which is necessary to further improve the quality of cutting and reduce the likelihood of adhesion of scale or slag, which require a long subsequent processing.

Keywords: laser cutting, cut surface quality.

Лазерная резка листового металла широко используется во всем мире, поскольку сочетает в себе высокую скорость и превосходное качество реза. Тем не менее, если толщина обрабатываемой детали становится относительно высокой, шероховатость поверхности реза становится довольно грубой, и вероятно образование окалины и шлака. Эти явления, очевидно, должны быть связаны с динамическими процессами, такими как колебания в жидком теле, которые образуются в текущей поверхности

реза при поглощении лазерного излучения, где удаление материала происходит из-за трения с резко сфокусированной газовой струей. Детальный анализ жидкого слоя показывает, что вязкость и поверхностное натяжение, оказывают сильное влияние на механизм удаления материала, который состоит из образования и отделения капель, образуемых в нижней части заготовки, что является, по сути, прерывистым выбросом потока расплава.

Математическая обработка этой модели показывает хорошее совпадение с экспериментальными данными. Это приводит к идее, что существенное снижение поверхностного натяжения может улучшить механизм удаления материала, поскольку прерывистый выброс превращается в непрерывный выброс потока расплава, тем самым значительно улучшая резку скорость и качество.

При лазерной резке луч попадает в рабочую часть на текущем конце разреза и нагревает материал. Этот процесс образует тонкий слой жидкости, который слегка наклонен в вертикальном направлении. Удаление материала выполняется с помощью резко сфокусированной газовой струи, которая, предположительно имеет дозвуковую скорость. Она ударяется о слой жидкости и оказывает на него сдвиговое напряжение, которое приводит к удалению материала в нижней части заготовки. Струя газа, как правило, содержит кислород, и поэтому экзотермическая реакция с жидким материалом (например, сталью) приводит к дополнительному нагреву. Благодаря такому механизму лазерной резки слой жидкости указывает на фактический режущий инструмент, поскольку там происходят все соответствующие процессы.

Процесс лазерной резки в настоящее время является хорошо налаженным производственным процессом. Тем не менее, по этой теме все еще ведутся активные исследования. В данной работе делается попытка провести более глубокий анализ того, что на самом деле происходит в разрезе, что необходимо для дальнейшего улучшения качества резки и уменьшения вероятности прилипания окалины или шлака, которые требуют длительной последующей обработки.

В модели основное внимание уделяется образованию капель расплавленного материала в нижней части заготовки, вызванных сдвиговым напряжением τ , из-за струи вспомогательного газа на поверхности расплавленной зоны. Можно утверждать, что это напряжение приводит к нисходящему течению внутри расплавленного металла и, следовательно, к накоплению капель на нижней стороне реза. Эти капли отделяются от заготовки, когда поверхностное натяжение капли уступает под воздействием сдерживающего давления, вызванного указанным потоком. Кроме того, предполагается, что существует обратная связь между временем, необходимым для формирования капли и частотой бороздок на заготовке.

Дефекты качества реза и улучшения производительности резки

Разработанная динамическая модель дает объяснение возникновению окалины и шлака. Поскольку слой жидкости имеет форму полумесяца с большой толщиной в середине прорези и значительно меньшей толщиной по краям разреза, поверхностное натяжение показывает минимальное значение в центре прорези и увеличивается в направлении стороны реза. Таким образом, вероятно, что равенство между поверхностным натяжением и внутренним давлением, которое вызывает отделение капли, достигается раньше в центре разреза, чем на краях. Это означает, что формирование капли, скорее всего, будет происходить в центре жидкого тела. В этом случае жидкий материал покинет заготовку в центре реза. Тем не менее, если по какой-либо причине газовая струя отклонится к одному из краев реза, напряжение сдвига там станет намного сильнее, и, таким образом, баланс между поверхностным натяжением и внутренним давлением может быть достигнут раньше, чем в центре пропила. Капля сформируется на режущей кромке, что будет означать, что жидкий материал течет вдоль режущей кромки к нижней части заготовки, таким образом, повышается вероятность прилипания окалины и шлака.

Исходя из вышеизложенных размышлений, можно утверждать, что существенное снижение поверхностного натяжения должно значительно повлиять на производительность лазерной резки: во-первых, такое уменьшение поверхностного натяжения, возможно, улучшит качество резки, поскольку снижает вероятность обсуждения выше дефектов. Более того, при значительном снижении поверхностного натяжения выброс жидкости по каплям может быть превращен в непрерывный поток материала из заготовки на нижней части, что может привести к значительному увеличению максимальной скорости резки. Чтобы реализовать данные идеи, возможно использование режущей головки, в которой используется вспомогательное сопло для выдувания определенного материала, такого как, например, сера, на поверхность слоя жидкости, тем самым уменьшая его поверхностное натяжение.

В этой статье представлено описание модели динамического поведения слоя жидкости при лазерной резке, которая предсказывает прерывистый выброс расплава. Это экспериментально обосновано хорошо известным явлением – искровым ливнем, состоящим из расплавленных капель. Эта модель указывает на связь между этим прерывистым выбросом капель и образованием периодических бороздок по краям разреза, а также дает разумное объяснение образованию прилипшего шлака. Оба явления являются серьезными качественными дефектами. Дальнейшие исследования необходимы для уточнения математической формулировки вышеупомянутой модели и идеи непрерывного выброса расплава, что значительно увеличит скорость резки и качество резки.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Веденов А.А.* Физические процессы при лазерной обработке материалов/ Веденов А.А., Гладуш Г.Г. М.: Энергоатомиздат, 1985. 207 с.
2. Воздействие лазерного излучения на материалы / Р.В. Арутюнян, В.Ю. Баранов, Л.А. Большов, Д.Д. Малюта, А.Ю. Себрант. М.: Наука, 1989. 376 с.

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ДИНАМИЧЕСКОЙ БАЛАНСИРОВКИ РОТОРОВ ГТД НА ОСНОВЕ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

О.Н. Гринберг, Д.И. Волков

Научный руководитель – **Д.И. Волков** д-р техн. наук, профессор

Рыбинский государственный авиационный технический университет
имени П. А. Соловьёва

Исследуются возможности совершенствования динамической балансировки роторов компрессоров ГТД с целью снижения вибраций на основе математического моделирования.

Ключевые слова: ротор ГТД, вибрации ротора, математическая модель.

IMPROVEMENT THE DYNAMIC BALANCING OF GTE ROTORS BASED ON MATHEMATICAL MODELING

O.N. Greenberg, D.I. Volkov

Scientific Supervisor – **D.I. Volkov**, Doctor of Technical Sciences,
Professor

P.A. Solovyov Rybinsk State Aviation Technical University

The possibilities of improving the dynamic balancing of GTE rotors with the aim of reducing vibrations based on mathematical modeling are being investigated.

Keywords: rotor of GTE, vibration of the rotor, mathematical model.

Основу силовых установок абсолютного большинства современных воздушных судов гражданской авиации составляют ГТД различных типов.

В структуре производства авиационных ГТД сборка занимает особое место, поскольку является завершающим и наиболее ответственным этапом в общем комплексе работ по обеспечению их важнейших параметров (тяге, удельному расходу топлива и др.), надежности и долговечности.

Сборка отличается исключительной сложностью, так как объектами ее являются специфицированные составные части и весь двигатель в целом.

Соответственно возрастает число выходных параметров (геометрических, гидравлических, кинематических, электрических и др.), подлежащих наблюдению, и сопутствующих сборке физических явлений (деформаций, контактных напряжений, податливостей стыков, релаксационных процессов и др.), способных трансформироваться в геометрические или иные погрешности

Тем не менее, при сборке, вследствие трудно прогнозируемого распределения погрешностей изготовления деталей, наличия контактных деформаций, анизотропии механических свойств материалов, релаксации внутренних напряжений и других недостаточно изученных причин, возникает неуравновешенность ротора, являющаяся главным источником появления неравномерных нагрузок на опоры и вибраций.

Уровень вибрации ГТД в значительной степени определяет их долговечность и эксплуатационную надежность и служит одним из объективных показателей совершенства конструкции и технологии изготовления. Для самого предприятия досрочный сьем двигателя с испытания по причине повышенных вибраций вызывает крупные материальные потери, связанные с необходимостью переборки, устранения их причин и повторного испытания.

Основным методом повышения точности балансировки роторов ГТД является метод совершенствования технологии изготовления, сборки и балансировки.

Несмотря на это данная проблема не решена и до сегодняшнего дня. Конкретной причины возникновения повышенных вибраций, как правило, не обнаруживается. Этот факт ведет к необходимости более углубленного изучения причин возникновения повышенных вибраций ротора КВД двигателей, то есть к поиску зависимостей вибрационных характеристик двигателя от технологических параметров сборки ротора КВД.

При этом для каждого конкретного ротора существует своя индивидуальная схема переходов сборки и балансировки, прямо или опосредовано определяющая вибрационные параметры собираемого ротора.

В каждом конкретном случае сборки и балансировки необходим индивидуальный подход, который может обеспечить заданные технические характеристики собранного ротора.

В результате чего необходимо рассматривать математическую модель вращающегося ротора ГТД, имеющего допустимый по технологической карте сборки и балансировки дисбаланс. Ротор вращается на двух опорах подшипников, расположенных на концах центрирующего диска основного вала. Ось вала расположена в горизонтальном положении, таким образом, что на детали собираемого ротора действует сила гравитации, вызывающая прогиб вала.

Роторы компрессора высокого давления ГТД имеют в своем составе порядка 10–12 дисков с закрепленными лопатками, кроме этого между дисками проставляются промежуточные кольца. Схема ротора КВД ГТД Д-30КУ/КП представлена на рис. 1.

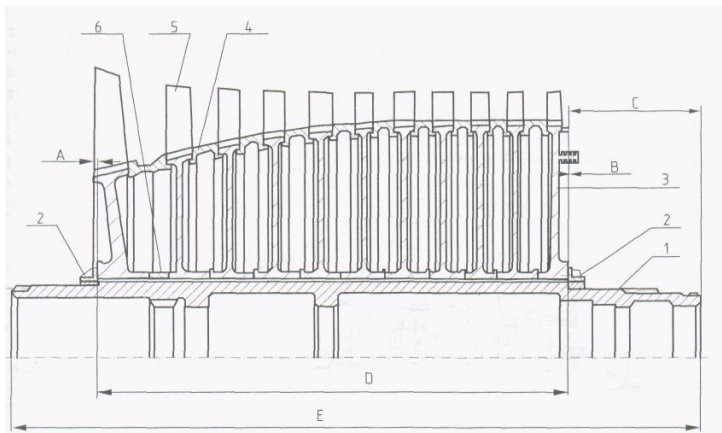


Рис. 1. Схема ротора КВД ГТД Д-30КУ/КП:

1 - вал; 2 - гайка; 3 - диск; 4 - проставка;
5 - лопатка; 6 - компенсирующее кольцо

Все это в совокупности образует сложную многомассовую колебательную систему. Такая система имеет большое число собственных частот, на которых могут происходить вынужденные колебания. Однако наибольший интерес представляют первые гармоники колебаний.

Для расчета упругих перемещений точек ротора в процессе вращения при наличии двух сосредоточенных масс, имеющих свой дисбаланс, использовалась следующая система дифференциальных уравнений:

$$\begin{aligned}
 m_1 \ddot{x}_1 + h_1 \dot{x}_1 + c_1 x_1 &= (\Delta m_1 + m_1 x_1) \omega^2 \sin(\omega \cdot t) + \\
 &+ k_{21} (\Delta m_2 + m_2 x_2) \omega^2 \sin(\omega \cdot t + \phi); \\
 m_1 \ddot{y}_1 + h_1 \dot{y}_1 + c_1 y_1 &= (m_1 + k_{21} m_2) g + \\
 &+ (\Delta m_1 + m_1 y_1) \omega^2 \cos(\omega \cdot t) + \\
 &+ k_{21} (\Delta m_2 + m_2 y_2) \omega^2 \sin(\omega \cdot t + \phi); \\
 m_2 \ddot{x}_2 + h_2 \dot{x}_2 + c_2 x_2 &= k_{12} (\Delta m_1 + m_1 x_1) \omega^2 \sin(\omega \cdot t) + \\
 &+ (\Delta m_2 + m_2 x_2) \omega^2 \sin(\omega \cdot t + \phi); \\
 m_2 \ddot{y}_2 + h_2 \dot{y}_2 + c_2 y_2 &= (k_{12} m_1 + m_2) g + \\
 &+ k_{12} (\Delta m_1 + m_1 y_1) \omega^2 \cos(\omega \cdot t) + \\
 &+ (\Delta m_2 + m_2 y_2) \omega^2 \sin(\omega \cdot t + \phi),
 \end{aligned} \tag{1}$$

где m_1, m_2 – масса первого и второго диска, установленного на вал; h_1, h_2 – коэффициенты демпфирования колебаний; c_1, c_2 – жесткость вала в первом и втором сечениях; g – ускорение свободного падения; ω – круговая частота вращения вала; $\Delta m_1, \Delta m_2$ – величина дисбаланса первого и второго диска; φ – фаза колебаний второго сечения; k_{12}, k_{21} – коэффициенты влияния.

Учитывая неравномерное распределение масс дисков с лопатками и промежуточных колец вдоль вала, определяли приведенные массы, действующие в зонах наибольшей концентрации дисбаланса.

Пример результата балансировки и исследования вибрации ротора при испытании приведен на рис. 2.

Расчеты выполнялись для всех стадий сборки ротора. Определялись изменения виброскоростей и виброускорений в процессе разгона ротора при круговой частоте $\omega = 200 \text{ с}^{-1}$ на временном интервале $t = 0,25 \text{ с}$ при дисбалансе $20 \text{ г}\cdot\text{см}$ и без него.

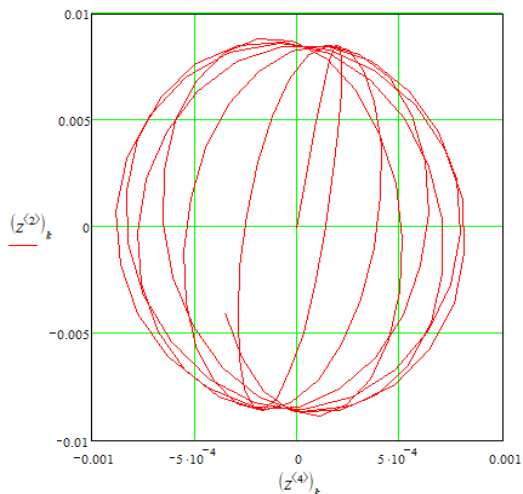


Рис.2. Виброускорение центра вала на правой стороне несбалансированного ротора по осям Y и X для 2 стадии сборки

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Темис Ю.М. Расчет колебаний колес [Текст] / Ю.М. Темис, В.В. Карабан // Прикладные проблемы прочности и пластичности: Межвуз. Сборник. М.: ТНИ КМК, 1998. С. 36–46.
2. Иванов В.П. Колебания рабочих колес турбомашин [Текст] / В.П. Иванов. М.: Машиностроение, 1983. С. 224.

РАСЧЕТ ОПТИМАЛЬНЫХ ПАРАМЕТРОВ ОПОРЫ ПОСТОЯННОГО УСИЛИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ТРУБОПРОВОДА

А.А. Александров, А.А. Гущин, А.В. Проворов

Научный руководитель – **А.В. Проворов**, канд. техн. наук, доцент

Ярославский государственный технический университет

Приводится схема устройства и работы опоры постоянного усилия технологического трубопровода. Описываются метод и результаты расчета оптимальных параметров опоры.

***Ключевые слова:** опора, трубопровод, постоянное усилие, оптимизация, расчет.*

CALCULATION OF THE OPTIMAL PARAMETERS OF THE SUPPORT OF THE CONSTANT FORCE OF THE TECHNOLOGICAL PIPELINE

A.A. Aleksandrov, A.A. Gushchin, A.V. Provorov

Scientific Supervisor – **A.V. Provorov**, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor

Yaroslavl State Technical University

The scheme of the device and operation of the support constant pressure of the technological pipeline. The method and results of calculating the optimal support parameters are described.

***Keywords:** support, pipeline, constant force, optimization, calculation.*

Опоры постоянного усилия используются для компенсации температурного удлинения вертикально расположенных трубопроводов технологических установок. Известно большое количество конструктивных решений подобных опор [1, с. 130]. Такие опоры выпускаются фирмами Lisege, Witzenmann, CARPENTER&PATERSON и другими. Основным требованием к опорам является обеспечение ими максимально постоянного

опорного усилия на всем перемещении трубопровода. Широкое внедрение опор постоянного усилия в практику проектирования промышленных объектов сдерживается отсутствием методик расчета их конструктивных параметров, от которых зависит качество функционирования опоры.

В качестве конструктивной основы для разработки методики расчета взята известная схема опоры, представленная на рис. 1. Подобные опоры выпускает фирма Wizenmann [2]. Конструкция проверена временем, отличается простотой и надежностью работы.

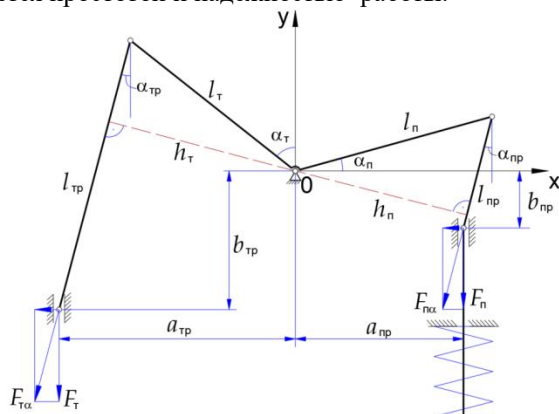


Рис. 1. Схема устройства и работы опоры постоянного усилия

Опора содержит двуплечий рычаг, установленный шарнирно на неподвижной оси O . Одно плечо рычага связано посредством тяги с трубой, а другое плечо посредством своей тяги со штоком пружинного узла. При перемещении точки крепления трубы вниз в вертикальном направлении рычаг поворачивается, происходит сжатие пружины. Момент, создаваемый силой F_t со стороны трубы, уравнивается моментом, создаваемым силой F_n сжатой пружины.

Была построена математическая модель, связывающая геометрические и силовые характеристики механизма, обозначенные на рис. 1. На рис. 2 показаны расчетные графики изменения момента от силы сжимаемой пружины и от веса трубы. Видим, что момент от веса трубы возрастает до тех пор, пока угол α_t поворота рычага не превышает 90° , а затем начинает снижаться. Это очевидно, так как при повороте левого плеча рычага от вертикального положения величина h_t вначале возрастает, а затем снижается.

Момент силы, возникающий от действия пружины, в общем случае также имеет максимум. При этом его величина и положение на оси α_t за-

висят от множества параметров: геометрических и механических характеристик пружины и геометрических параметров механизма, таких как $l_{п}$, $\alpha_{п}$, $\alpha_{пр}$, $l_{пр}$, $b_{пр}$, $a_{пр}$.

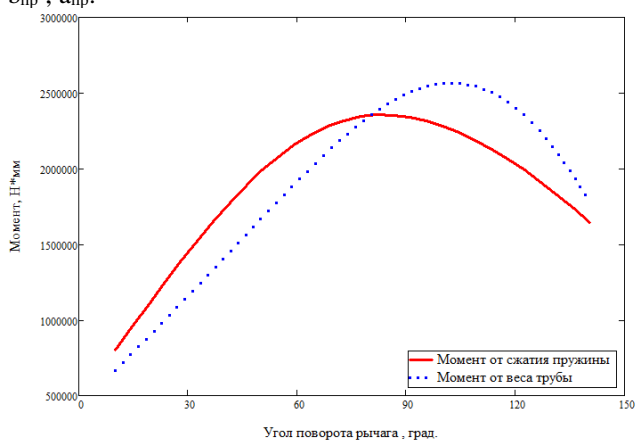


Рис. 2. Графики изменения моментов в процессе поворота рычага

Задача заключается в том, чтобы подобрать такие характеристики пружины и механизма, которые на заданном интервале изменения угла поворота рычага обеспечат наилучшее совпадение графиков изменения моментов, как, например, это показано на рис. 3. Иначе говоря, необходимо решить задачу расчета оптимальных параметров механизма.

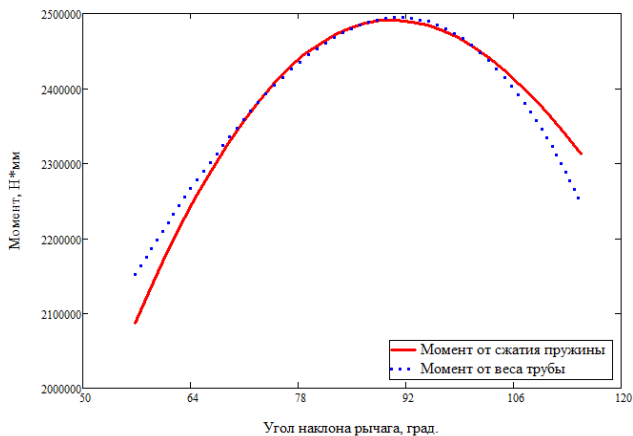


Рис. 3. Совпадение графиков изменения моментов

Для решения задачи оптимизации была использована программная система IOSO, которая позволяет решать сложные многопараметрические и многокритериальные задачи. Математическая модель механизма была

реализована в виде исполняемого программного модуля на базе языка C#, который взаимодействует с пакетом IOSO. В качестве входных параметров оптимизации с ограничениями использовались геометрические параметры l_T , l_{TP} , l_{II} , l_{IP} , α_T , α_{II} , а также индекс пружины i , определяющий ее жесткость. Основным критерием оптимизации, который нужно минимизировать, являлось минимальное отклонение силы F_T , создаваемой механизмом, от веса трубы. Два других критерия: диаметр и длина пружины, использовались для минимизации размеров опоры.

Был выполнен расчет параметров одного из вариантов опоры: вес трубы – 5000 Н, вертикальный ход – 250 мм. На рис. 3 и 4 представлены графики работы механизма, полученного в результате решения задачи оптимизации.

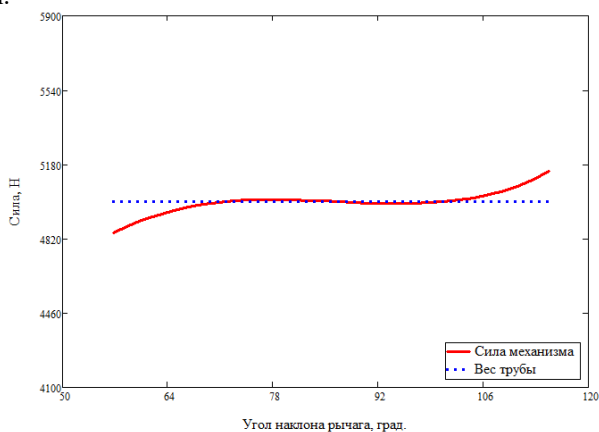


Рис. 4. График изменения усилия, создаваемого механизмом опоры

Можно видеть, что максимальное отклонение усилия механизма от веса трубы в заданном диапазоне невелико. В расчетах с учетом возможности регулировки усилия это отклонение не превышает 0,8%. Так как в настоящее время производители гарантируют точность работы своих опор в пределах $\pm 2\%$, то это можно считать хорошим результатом.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Магалиф В.Я.* Монтажное проектирование химических, нефтехимических, и нефтеперерабатывающих заводов. М.: ООО "НАВИГАТОР", 2010. 344 с.
2. Подвесы и опоры постоянного усилия [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.witzenmann.ru/ru/продукция/опоры-для-труб/подвесы-и-опоры-постоянного-усилия/> (Дата обращения: 10.03.2020).

УДК 66.026.2

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ МЕТОДОВ РАСЧЕТА ВРЕЗОК В ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ТРУБОПРОВОДЫ

А.А. Погодин, И.А. Беляев, А.В. Проворов

Научный руководитель – **А.В. Проворов**, канд. техн. наук, доцент

Ярославский государственный технический университет

Приводится сравнительный анализ методов расчета врезок в технологические трубопроводы. Сравниваются результаты расчета по действующим отечественным и зарубежным стандартам.

Ключевые слова: врезка, технологический трубопровод, расчет.

COMPARATIVE ANALYSIS OF METHODS OF CALCULATION OF TIE-INS TO PROCESS PIPELINES

A.A. Pogodin, I.A. Belyaev, A.V. Provorov

Scientific Supervisor – **A.V. Provorov**, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor

Yaroslavl State Technical University

A comparative analysis of methods of calculation of tie-ins to process pipelines is given. The calculation results are compared according to current domestic and foreign standards.

Keywords: incut, support, technological pipeline, calculation.

Основной задачей расчета на прочность технологического трубопровода является выбор таких толщин стенок его элементов, которые бы обеспечили работоспособность конструкции на весь период назначаемого расчетного срока службы.

Одним из важных элементов трубопровода, требующим особого внимания, является врезка или тройниковое соединение. В качестве такой врезки в основную трубу может выступать другая труба меньшего или равного диаметра, штуцер или патрубок. Врезки ослабляют стенку трубы. В

зоне соединения основной трубы и ответвления возникает концентрация напряжений. Поэтому врезки требуют укрепления отверстий.

Наиболее часто используемыми способами усиления врезок являются увеличение толщины стенки врезаемой трубы (патрубка, штуцера) и использование специальных накладных колец по контуру отверстия. Известные методики расчета позволяют определять необходимые для укрепления отверстия толщину стенки штуцера и размеры накладного кольца. При этом используется подход, заключающийся в том, что металл, удаленный из стенки трубы, замещают таким же количеством металла, который устанавливают в месте соединения в виде усиления.

Основным документом для расчета врезок в технологические трубопроводы является ГОСТ 32388. Стандарт распространяется на проектируемые, вновь изготавливаемые и реконструируемые технологические трубопроводы, эксплуатирующие на опасных производственных объектах. В данном стандарте пункт 5.2.12 допускает использование других расчетных методик, прошедших апробацию на практике и соответствующих условиям эксплуатации, если они обеспечивают запасы прочности не ниже установленных стандартом. Решением об этом принимает разработчик проектной документации.

Следует отметить, что для расчета врезок обычно используются специальные компьютерные программные системы. Известна программа "Старт" для расчета технологических трубопроводов. Программы "PVP Design", "ПАССАТ" применяют для расчета аппаратов. В каждой из программ расчет ведется в соответствии с нормативными документами. Разработаны аналогичные системы, где для расчета врезок используется метод конечных элементов.

С целью оценки возможности использования в расчетной практике разных методик и программных средств было проведено сравнение расчетов врезок по нескольким действующим в настоящее время стандартам:

- по ГОСТ 32388-2013, который используется для расчета технологических трубопроводов и реализован в программе "Старт";
- по ГОСТ 34233.3-2017 - для расчета сосудов под давлением (трубу можно рассматривать как сосуд под давлением). Этот ГОСТ используется для расчетов в программах "PVP Design", "ПАССАТ";
- по ASME 631.3-2002 - американскому национальному стандарту для трубопроводов, работающих под давлением.

Расчет проводился для магистральной трубы диаметром 200 мм и толщиной стенки 8 мм. Конструктивная прибавка – 3 мм. Материал – Сталь Ст3. Внутреннее давление – 6 МПа, температура среды – 20°С.

Рассматривались врезки с номинальным диаметром от 50 до 200 мм. Были проведены расчеты для вариантов усиления врезок, как стенкой патрубка, так и накладным кольцом. Расчет проводился с помощью программы SMATH Studio Desktop.

Результаты расчета представлены в таблице 1. Здесь D_n – наружный диаметр основной трубы, S_{br} – расчетная толщина стенки патрубка, S_b – исполнительная толщина стенки патрубка, S_{nr} – расчетная толщина стенки накладного кольца, l_b – исполнительная ширина кольца, l_{br} – расчетная ширина кольца.

Таблица 1. Результаты расчета врезок

№ п/п	D_n , мм	ГОСТ 32388-2013; ГОСТ 34233.3-2017; ASME 631.3-200				
		Усиление стенкой патрубка	Усиление накладным кольцом			
			S_{br} , мм	S_b , мм	S_{nr} , мм	l_b , мм
1	57	7,2; 7,3; 10,9	5	1,7; 1,6; 5,0	35	37,8; 36,6; 24,5
2	76	8,3; 8,4; 13,5	5	2,7; 2,6; 4,8	40	40,5; 39,3; 34,0
3	89	9,0; 9,1; 15,3	5	3,5; 3,4; 4,3	40	42,6; 41,2; 40,5
4	108	9,9; 10,0; 18,0	6	4,1; 3,9; 4,9	40	44,1; 42,5; 48,0
5	133	10,9; 11,0; 21,4	6	5,1; 4,9; 5,7	45	46,5; 44,8; 60,5
6	159	11,9; 11,9; 25,1	7	6,0; 5,7; 6,7	45	48,5; 46,6; 71,5
7	194	13,1; 13,1; 30,0	7	7,4; 7,2; 7,6	50	51,5; 50,0; 89,0
8	219	13,9; 13,7; 33,4	8	8,0; 7,8; 8,4	50	52,7; 50,9; 99,5

Можно видеть, что расчетные толщины стенок патрубка, вычисленные по ГОСТ 32388-2013 и 34233.3-2017 очень близки. То же самое можно сказать и о расчетных параметрах накладных колец. Поэтому следует сделать вывод о том, что для расчета врезок в технологические трубопроводы можно использовать как тот, так и другой ГОСТ, а также компьютерные программы для расчета сосудов и аппаратов.

Американский стандарт ASME 631.3-2002 дает завышенные результаты по толщинам стенок, то есть дает более высокий коэффициент запаса прочности. Особенно это касается усиления врезок стенкой патрубка, где

на больших диаметрах врезок расчетные толщины стенок патрубков могут превышать значения, полученные по ГОСТ, в несколько раз.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ГОСТ 32388-2013. Трубопроводы технологические. Нормы и методы расчета на прочность, вибрацию и сейсмические воздействия.
2. ГОСТ 34233.3-2017. Сосуды и аппараты. Нормы и методы расчета на прочность.
3. ASME 631.3-2002. Система технологических трубопроводов. Сборник правил для трубопроводов, работающих под давлением.

РАСЧЕТ ЦЕНТРОБЕЖНЫХ СИЛ ПРИ ПРОБИВКЕ И ОТБОРТОВКЕ ОТВЕРСТИЙ В ТРУБНЫХ ЗАГОТОВКАХ

А.А. Тихомолов, А.В. Васильева

Научный руководитель - **А.В. Васильева**, канд. техн. наук, доцент

Рыбинский государственный авиационный технический университет
имени П.А. Соловьева

Рассматривается процесс пробивки и отбортовки отверстий в трубных заготовках центробежными силами. Приведен пример расчета требуемого количества оборотов для пробивки и отбортовки отверстия центробежными силами.

Ключевые слова: пробивка, отбортовка, центробежные силы.

CALCULATION OF CENTRIFUGAL FORCES DURING PUNCHING AND DISASSEMBLING HOLES IN PIPES

A.A. Tikhomolov, A.V. Vasilieva

Scientific Supervisor - **A.V. Vasilieva**, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor

P.A. Soloviev Rybinsk State Aviation Technical University

The process of punching and flanging holes in tube blanks by centrifugal forces is considered. An example of calculating the required number of revolutions for punching and flanging holes with centrifugal forces is given.

Keywords: punching, flanging, centrifugal forces.

В условиях современного рынка, применение технологий изготовления деталей, позволяющих существенно экономить энергозатраты, стоимость материала а также дорогостоящего оборудования является одним из приоритетных направлений.

Обработка материалов давлением является распространенным методом получения заготовок различной конфигурации и назначения, и обладает рядом преимуществ перед другими способами изготовления. В частности, позволяет существенно улучшить механические и эксплуатаци-

онные характеристики полученных деталей, не требует затрат на дополнительную обработку деталей, существенно экономит расход материала, позволяет получать точные и качественные детали.

Однако, как и во всяком заготовительном производстве, для изготовления деталей методами давления, требуется применение дорогостоящего оборудования, а именно, кузнечно-прессового оборудования, и специальной штамповой оснастки. Поэтому развитие новых способов и технологических процессов изготовления деталей, позволяющих значительно экономить на оборудовании, материале и трудозатратах, при сохранении качества, полученных деталей, является одним из перспективных направлений.

В докладе представлен метод получения отбортованных отверстий в трубных заготовках, который не требует применение специального кузнечно-прессового оборудования и дорогостоящей штамповой оснастки, и может быть технически реализован в специальном приспособлении, установленном на устройстве или станке, способном передавать вращательное движение этому приспособлению с установленной трубной заготовкой.

В приспособление в виде цилиндрической обоймы-матрицы устанавливается трубная заготовка. Она центрируется на пуаносодержателе, в который установлен пуансон с полиуретановой подушкой для пробивки и отбортовки отверстия. Приспособление устанавливается в устройство, способное передать вращательное движение, например патрон токарного станка.

Под действием центробежной силы пуансон выполняет технологическую операцию пробивки и отбортовки отверстия.

В ходе работы был выполнен расчет основных технологических параметров процесса, в частности, определены центробежные усилия, необходимые для выполнения пробивки и отбортовки отверстия, рассчитано необходимое число оборотов, выполнены расчеты элементов конструкции приспособления.

В работе процесс пробивки и отбортовки отверстия в трубной заготовке происходит за счет центробежных сил. Центробежная сила – сила, с которой движущаяся материальная точка действует на тело (связь), стесняющее свободу движения точки и вынуждающее её двигаться криволинейно.

На рис. 1 приведена схема действия центробежной силы

Вокруг некоторой точки O_1 на расстоянии от оси центра вылета R вращается жёстко связанное с этой точкой (каким-то способом) тело T . При заданных величинах ω и R тангенциальная скорость тела T приобретает величину, обозначенную вектором v . И, если в точке T обрывается со-

противление «ограничителя» (обрывается толстая серая дуга), то тело продолжает своё движение уже не по дуге, а по прямой в направлении вектора v .

За время, необходимое телу, чтобы пройти угловой сектор α , при скорости v тело пройдёт расстояние x_1 (если этому ничто не мешает).

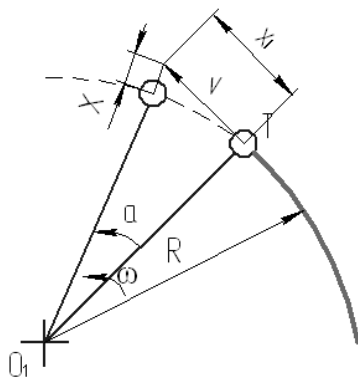


Рис. 1. Схема действия центробежной силы

Величина центробежной силы определяется по следующей формуле из [1 с. 227]:

$$F_{ц} = a_{ц} \cdot m, \quad (1)$$

где $F_{ц}$ – центробежная сила; $a_{ц}$ – центробежное ускорение; m – масса пуансона.

Центробежное ускорение определяется по известным зависимостям источника [1].

$$a_{ц} = \frac{v^2}{R}, \quad (2)$$

где $a_{ц}$ – центробежное ускорение; v – линейная скорость; R - радиус от центра вращения до центра тяжести пуансона.

Из выражений (1) и (2) следует, что центробежную силу можно определить по следующей формуле:

$$F_{ц} = m \cdot \frac{v^2}{R}. \quad (3)$$

Определим величины, входящие в выражение (3).

Линейная скорость определяется по [2, с. 225].

$$v = \omega \cdot R, \quad (4)$$

где ω – угловая скорость.

Количество оборотов определяется по [2, с. 243].

$$n = \frac{30}{\pi} \cdot \omega \quad (5)$$

где n – количество оборотов.

Определение потребного числа оборотов.

Наша задача – определить потребное число оборотов, которое необходимо для осуществления процесса пробивки и отбортовки отверстия в трубной заготовке. Для этого воспользуемся выражениями (1)–(5).

Из выражения (5) выражаем угловую скорость ω :

$$\omega = \frac{n}{30 \cdot \pi}. \quad (6)$$

Подставляем выражение (6) в зависимость (4):

$$v = \frac{n \cdot R}{30 \cdot \pi} \quad (7)$$

Подставляем выражение (7) в зависимость (3):

$$F_u = \left(\frac{n \cdot R}{30 \cdot \pi} \right)^2 \cdot m. \quad (8)$$

Из выражения (8) выражаем n , которое в дальнейшем будем называть потребное число оборотов и введем обозначение n_{Π} :

$$n_{\Pi} = \frac{30 \cdot \sqrt{\frac{F_{\Pi}}{R \cdot m}}}{\pi}. \quad (9)$$

Для выполнения технологических операций центробежная сила должна быть равна технологическим усилиям пробивки или отбортовки.

Эти усилия определяются по известным зависимостям [2] и после подстановки их в выражение (9) формула для определения числа оборотов, например, для пробивки принимает вид

$$n_{\Pi} = \frac{30 \cdot \sqrt{\frac{\pi \cdot D_o \cdot \sigma_{\text{ср}} \cdot S}{R \cdot m}}}{\pi} . \quad (10)$$

На величину потребного числа оборотов n_{Π} будут оказывать влияние такие факторы как: диаметр отбортованного отверстия, толщина трубной заготовки, сопротивление срезу материала, масса пуансона и расстояние от оси вращения до центра тяжести пуансона.

На основании приведённых формул был выполнен расчет зависимости потребной частоты вращения n_{Π} от свойств материала заготовки и ее геометрических параметров. Расчет выполнялся для нескольких образцов из различных материалов, например для трубной заготовки с параметрами:

наружный диаметр заготовки $D_{\Pi} = 70 \text{ мм} = 0,07 \text{ м}$;
 внутренний диаметр заготовки $D_{\text{в}} = 66,8 \text{ мм} = 0,0668 \text{ м}$;
 толщина стенки трубной заготовки $S = 0,2 \text{ мм} = 0,0002 \text{ м}$;
 диаметр отбортованного отверстия $D_o = 8 \text{ мм} = 0,008 \text{ м}$;
 расстояние от оси вращения до центра тяжести пуансона $R = 8 \text{ мм} = 0,008 \text{ м}$;

масса пуансона $m = 100 \text{ г} = 0,1 \text{ кг}$.

Сопротивление срезу $\sigma_{\text{ср}} = 55 \text{ МПа}$.

Потребное число оборотов определяем по формуле (11):

$$n_{\Pi} = \frac{30 \cdot \sqrt{\frac{3,14 \cdot 0,008 \cdot 0,0002 \cdot 55,4 \cdot 10^6}{0,008 \cdot 0,1}}}{3,14} = 5635 \text{ об/мин.}$$

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Яблонский А.И. Курс теоретической механики. Часть 1 / А.И. Яблонский, В.М. Никифорова. М.: Высшая школа, 1966.
2. Романовский В.П. Справочник по холодной штамповке. Шестое издание, доработанное и дополненное.

ОПТИМИЗАЦИЯ ОПЕРАЦИЙ ЗЕНКЕРОВАНИЯ НА ОСНОВЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ КРИТЕРИЕВ

В.В. Трофимова, А.В. Баранов

Научный руководитель – **А.В. Баранов**, д-р техн. наук, профессор

Рыбинский государственный авиационный технический университет
имени П.А. Соловьёва

Рассматриваются вопросы повышения точности обработки и улучшения показателей качества обработанной поверхности отверстий при зенкеровании на основе оптимизации процесса резания

***Ключевые слова:** отверстие; зенкерование; САПР режимов; оптимизация; точность; качество поверхности.*

OPTIMIZATION OF COUNTERING OPERATIONS BASED ON THE USE OF ENERGY CRITERIA

V.V. Trofimova, A.V. Baranov

Scientific Supervisor – **A.V. Baranov**, Doctor of Technical Sciences,
Professor

P.A. Solovyov Rybinsk State Aviation Technical University

The problems of improving the accuracy of processing and improving the quality indicators of the machined surface of the holes during countersinking based on the optimization of the cutting process are considered.

***Keywords:** hole; countersinking; CAD modes; optimization; accuracy; surface quality*

Рассмотрим подход, который позволяет с энергетических позиций взглянуть на оптимизацию процессов обработки отверстий осевым лезвийным инструментом, в частности – зенкерования.

Известно, что в основе аналитического метода определения режимов резания находится энергетический метод, основанный на совместном

изучении термомеханических явлений и процессов изнашивания инструментов. При изучении термомеханических явлений рассматривается баланс механической и тепловой энергий (в частности, для одного режущего лезвия (зуба) зенкера), который можно представить в виде

$$P_z v = Q = Q_c + Q_d + Q_{и} + Q_{ж}, \quad (1)$$

где P_z – тангенциальная составляющая силы резания для одного зуба инструмента, Н; v – скорость резания, м/с; Q – общее количество тепла, выделившегося в зоне резания, Дж/с; Q_c , Q_d , $Q_{и}$ и $Q_{ж}$ – количества тепла, переходящие из зоны резания одним зубом соответственно в стружку, деталь, инструмент и окружающую среду, Дж/с (могут быть определены аналитически путём решения специальных задач теории теплопередачи [1, 2]).

Интерес представляет единая методология определения аналитическим методом режимов резания и геометрических параметров инструмента с оптимизацией их по двум критериям: критерию гарантированного получения требуемого качества и экономическому показателю: максимальной производительности v_p , максимальной размерной стойкости v_0 (при работе на которой в зоне резания достигается оптимальная температура резания Θ_0 [1] для данной пары «инструментальный – обрабатываемый материал») или минимальной технологической себестоимости (v_s), при этом $v_0 < v_s < v_p$.

Установим связь между различными подходами к оптимизации процессов резания: в частности, между выше представленным (по обеспечению условий при которых в зоне резания обеспечивается температура Θ_0 на скоростях v_0) и предложенным В. К. Старковым [3], в котором на основе дислокационных представлений рекомендуется оптимизировать процессы резания по критериям минимизации энергетических затрат: удельной энергоёмкости процесса η_1 и энергетическому критерию качества η_2 .

С помощью удельной энергоёмкости можно оптимизировать физические условия резания, а экономическая сторона процесса отражается в ограничениях на оптимизируемые параметры. Удельная энергоёмкость процесса (критерий, рекомендуемый для оптимизации предварительной или черновой обработки) определяется выражением

$$\eta_1 = \frac{P_z v}{v s_z t}, \quad (2)$$

где s_z и t – соответственно, подача на зуб инструмента и глубина резания, м.

Назначение режима по минимуму удельной энергоёмкости даёт возможность вести обработку с максимальным коэффициентом полезного действия [3]. В качестве комплексного критерия оптимизации чистой обработки резанием рекомендуется энергетический критерий качества, который представляет собой отношение накопленной энергии деформации или скрытой энергии в поверхностном слое детали U_c к площади поверхности, обработанной в единицу времени: $\eta_2 = U_c / (v_s z)$.

Известно [3, 4, 5], что условия обработки, при которых формируется поверхностный слой с минимальной скрытой энергией, обеспечивают повышенные эксплуатационные свойства деталей при высоких температурах и улучшение их коррозионной стойкости. При этом минимальна деформация, а значит, обеспечивается повышенная точность обработки. Эти же условия благоприятны для качества обработки с точки зрения получения минимальной высоты неровностей обработанной поверхности.

В аналитическом решении уравнения баланса механической и тепловой энергий (1) и представлении его в критериальной форме для операций лезвийной обработки отверстий присутствует энергетический критерий A [1], характеризующий собой тепловую активность стружки по отношению ко всей выделяющейся в зоне резания теплоте, который через температуру резания θ можно представить в форме $A = s_z t c \rho \theta / P_z$, где s_z – удельная объёмная теплоёмкость обрабатываемого материала.

Значительный интерес представляет установление связи между энергетическими критериями η_1 , η_2 и A , в частности, при зенкероании. С учетом последней формулы и выражения (2) получаем: $\eta_1 = c \rho \theta / A$.

Частным случаем этого выражения является соотношение для условий оптимальных по интенсивности износа инструмента, при которых в зоне резания достигается оптимальная температура для данной пары «инструментальный – обрабатываемый материалы»: $\eta_{10} = c \rho \theta_0 / A_0$, где $A_0 = s_z t c \rho \theta_0 / P_{z0}$ – энергетический критерий A при оптимальной температуре резания θ_0 ; P_{z0} – минимально-стабилизированное значение тангенциальной составляющей силы резания, соответствующее резанию с оптимальной температурой [1, 4], Н.

При $P_z = P_{z0}$ величина A_0 имеет максимальное значение, а η_{10} – минимальное. Поскольку при оптимальном резании (v_0, θ_0) обеспечивается максимальная размерная стойкость инструмента и наилучшие показатели качества поверхностного слоя [5], то минимальному значению удельной энергоёмкости процесса резания (η_{10}) всегда соответствует наилучшее качество формируемого поверхностного слоя обрабатываемого отверстия и минимальная интенсивность изнашивания осевого лезвийного инструмента.

Пусть $A_1 = Q_c/Q = Q_c/P_z v$, введем $W = P_z v - Q_c = (1 - A_1)Q$, представляющую собой количество энергии, которое не выносится стружкой из зоны резания и перераспределяется между деталью (поверхностью резания и обработанной поверхностью) и инструментом.

Рассмотрим отношение энергии W к площади поверхности, обработанной в единицу времени одним зубом инструмента: $\omega = W/(vs_z)$ и сопоставим с энергетическим критерием качества η_2 , в виде функций $\omega = f_1(v)$ и $\eta_2 = f_2(v)$.

Выполним расчеты для ω применительно к процессу зенкерования (для условий работы одного режущего лезвия (зуба) с целью сопоставления с результатами для η_2 [3]. Для расчётов режимные условия в этих процессах зададим максимально схожими (рис. 1).

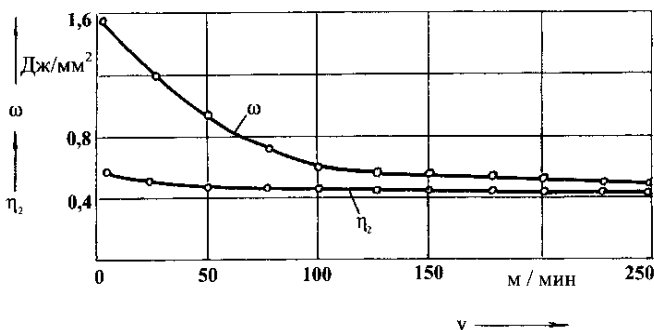


Рис. 1. Зависимости ω и η_2 от скорости резания

Таким образом, при оптимизации процесса зенкерования целесообразно стремиться организовать обработку таким образом (режим обработки, инструментальный материал, геометрия инструмента), чтобы большая часть энергии выносилась из зоны резания со стружкой, уменьшая поток тепла в деталь и инструмент. Как показывает практика, это позволяет выйти на значительно более высокие режимы резания [4].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Баранов А.В. Оптимизация процессов лезвийной обработки отверстий // Монография. Рыбинск: РГАТУ имени П.А.Соловьёва. 2004. 152 с.
2. Баранов А.В. Расчёт режимов резания при обработке отверстий осевым инструментом // Вестник машиностроения. 2002. № 2. С. 45–48.
3. Старков В.К. Обработка резанием. Управление стабильностью и качеством в автоматизированном производстве. М.: Машиностроение, 1989. 296 с.

4. *Баранов А.В.* Обеспечение высокоэффективной обработки отверстий // Вестник машиностроения. 2008. № 7. С. 42–45.
5. *Безъязычный В.Ф.* Расчетный метод определения глубины и степени наклепа при обработке отверстий лезвийным осевым инструментом / В.Ф. Безъязычный, А.В. Баранов // Вестник машиностроения. 2002. № 6. С.65–66.

ПРИМЕНЕНИЕ МОДЕЛИ ПЛОСКОГО ДВИЖЕНИЯ ТЕЛА ПРИ ОПИСАНИИ ПОВЕДЕНИЯ ВАЛКА СО СЛОЖНЫМ ПРОФИЛЕМ

Д.Д. Харитонов, С.М. Зайцева, А.Б. Капранова

Научный руководитель – **А.Б. Капранова**, д-р физ.-мат. наук,
профессор

Ярославский государственный технический университет

Рассмотрены особенности моделирования параметрических уравнений движения центров масс для формуемых сыпучих продуктов с помощью жестких профилей на валке с позиций движения тела как плоской фигуры.

Ключевые слова: уплотнение, деаэрация, валок, лента, сложный профиль, сыпучая среда, плоская фигура.

APPLICATION OF THE MODEL OF FLAT BODY MOTION IN DESCRIPTION OF THE BEHAVIOR OF A ROLL WITH A COMPLEX PROFILE

D.D. Kharitonov, S.M. Zaitseva, A.B. Kapranova

Scientific Supervisor - **A.B. Kapranova**, Doctor of Physical
and Mathematical Sciences, Professor

Yaroslavl State Technical University

The features of modeling the parametric equations of motion of the centers of mass for molded bulk products with the help of rigid profiles on the roll from the position of the body as a flat figure are considered.

Keywords: compaction, deaeration, roll, tape, complex profile, loose medium, flat figure.

Для многих отраслей химической промышленности актуальной является проблема производства продуктов механического уплотнения сыпучих материалов заданной формы, например, в виде сферических гранул. В частности, активно применяются гранулы их сажи, красящих веществ, минеральных удобрений и т.п. Для процесса формования таких продуктов предлагается использовать валковое оборудование на подвижной ленте. При этом обе контактные поверхности валка и ленты имеют

сложный профиль, позволяющий осуществить указанное формование гранул.

Для определения параметрических уравнений движения центров масс для формуемых сыпучих продуктов с помощью данных жестких профилей на валке предлагается использовать модель движения плоской фигуры с выбором полюса для соответствующего сечения в жесткой форме. Вводится декартова система координат с неподвижной горизонтальной лентой в обращенном представлении. За полюс указанной плоской фигуры принимается принадлежащая ей точка, и рассматриваемое движение разбивается на два простейших – поступательное вместе с полюсом и вращательное относительно него. Данный подход учитывает интервалы изменения декартовых координат сложного профиля валка.

Дальнейшее построение математического описания процесса уплотнения сыпучей среды в зазоре вал-лента со сложным профилем может быть проведено с помощью детерминированного подхода на основе механики гетерогенных систем и предложенной авторами ранее упругой модели с учетом эффекта сжимаемости сыпучего материала в отсутствии упругопластических деформаций составляющих частиц. При этом указанный метод моделирования позволяет определить аналитические зависимости прозности уплотняемой среды и скоростные характеристики от основных параметров конструкции, режимов ее работы и физико-механических свойств деаэрируемого материала.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Нигматулин Ф.И.* Основы механики гетерогенных сред / Ф.И. Нигматулин. М.: Наука, 1978. 336 с.
2. *Капранова А.Б.* Механическое уплотнение тонкодисперсных материалов / А.Б. Капранова, А.И. Зайцев. Москва: Экон-информ, 2011. 247 с.
3. *Капранова А.Б.* Исследование порозности порошков при компактировании давлением в смесителях-деаэраторах. / А.Б. Капранова, А.И. Зайцев, И.О. Кузьмин // Теор. основы хим. технологии. 2015. Т. 49, № 4. С. 456-466.
4. *Капранова А.Б.* О движении несущей фазы дисперсной среды при ее дегазации в зазоре валкового деаэратора со сферической матрицей / А.Б. Капранова, А.Е. Лебедев, В.А. Васильев // Изв. ВУЗов. Химия и химическая технология. Иваново, 2010. Т. 53, вып. 6. С. 101-103.
5. Модель движения несущей фазы сыпучей смеси в валковом зазоре со сферической матрицей / А.Б. Капранова, А.В. Дубровин, А.И. Зайцев, А.М. Васильев, Ю.В. Никитина // Изв. ВУЗов. Химия и химическая технология. Иваново, 2011. Т. 54, вып. 8. С. 97-99.
6. Моделирование процесса смешивания и гранулирования сыпучих материалов с вязкой жидкостью: Монография / А.И. Зайцев, А.Е. Лебедев, А.Б. Капранова, А.В. Дубровин, М.Ю. Таршис. Ярославль: Изд-во ЯГТУ, 2014. Ярославль, 2014. 99 с.

О ПРЕИМУЩЕСТВАХ ОСЕВЫХ КЛАПАНОВ НА ПРИМЕРЕ СОВРЕМЕННЫХ ОТЕЧЕСТВЕННЫХ КОНСТРУКЦИЙ

А.А. Филаретов, К.С. Шлыков, А.Б. Капранова

Научный руководитель – **А.Б. Капранова**, д-р физ.-мат. наук,
профессор

Ярославский государственный технический университет

Рассмотрены особенности конструкций осевых (прямоточных) клапанов для переработки нефти и газа, служб жилищно-коммунального хозяйства, энергетических объектов с выполнением дроселирования потоков жидкости на примере устройств с поступательным и вращательным движениями затворов в виде цилиндрических обечаек для сепараторов.

***Ключевые слова:** клапан, жидкость, регулирование потоков, запирающая обечайка, дроссельные отверстия.*

ABOUT THE ADVANTAGES OF AXIAL VALVES ON THE EXAMPLE OF MODERN DOMESTIC DOMESTIC DESIGNS

A.A. Filaretov, K.S. Shlykov, A.B. Kapranova

Scientific Supervisor - **A.B. Kapranova**, Doctor of Physical
and Mathematical Sciences, Professor

Yaroslavl State Technical University

Design features of axial (straight-through) valves for oil and gas processing, housing and communal services, energy facilities with throttling of fluid flows using devices with translational and rotational movements of valves in the form of cylindrical shells for separators are considered.

***Keywords:** valve, fluid, flow control, locking collar, throttle openings.*

Регулирование расхода рабочего вещества (сжимаемого или несжимаемого) за счет снижения давления относится к основному назначению регулирующих клапанов [1]. Области применения данных устройств являются многие отрасли промышленности по переработке нефти и газа, служб жилищно-коммунального хозяйства, энергетических объектов. Применение прямоточных клапанов жидкостей, как одной из разновидностей конструкций данных устройств при их условной классификации по

виду корпуса [2], является актуальным при транспортировании нефти, нефтедобыче, использовании для нужд нефтеперерабатывающих заводов.

Снижение интенсивности кавитационных эффектов [3] достигается при дросселировании рабочих потоков, в том числе в клапанах прямооточного типа. К основным причинам популярности прямооточных клапанов относятся следующие: компактное конструкторское исполнение; течение среды в условиях осесимметричности; снижение вихреобразования потоков и значений гидравлического сопротивления в сравнении, например, с течениями жидкости в угловых или трехходовых конструкциях.

Предлагается рассмотреть конструкцию прямооточного клапана [4], в котором затвор в форме внешнего цилиндра (по отношению к цилиндрическому сепаратору) смещается поступательно вдоль оси делителя потока (сепаратора) с кольцевым набором дроссельных отверстий различных форм (круглых или эллиптических). Причем расстояния между кольцевыми рядами возрастают в направлении течения жидкости. Характер данного возрастания относится к экспоненциальному. Другая конструкция [5] предполагает поворот внешнего затвора в форме цилиндрической обечайки для сепаратора с круглыми дроссельными отверстиями.

Данные особенности рассмотренных конструкций [4, 5] позволяют добиться снижения числа образующихся кавитационных пузырьков в проточной части и уменьшить коэффициент гидравлического сопротивления.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. О методах расчета гидравлического сопротивления регулирующих органов при транспортировании однокомпонентных сред / А.Б. Капранова, А.Е. Лебедев, А.М. Мельцер, С.А. Солопов, С.В. Неклюдов // *Фундам. исследования*. № 4 (1), 2016. С. 52-60. URL: <http://fundamental-research.ru/ru/article/view?id=40125>
2. *Солонов С.А.* К вопросу о проектировании регулирующих клапанов / С.А. Солопов, А.М. Мельцер, А.Б. Капранова // *Инженерный вестник Дона*. 2015. № 3. URL: www.ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2p2y2015/3069
3. О способах оценки критических параметров кавитации в регулирующих органах при транспортировании рабочих сред / А.Б. Капранова, А.Е. Лебедев, А.М. Мельцер, С.А. Солопов, Е.М. Серов // *Фундам. исследования*. № 3 (3), 2016. С. 488-494. URL: <http://www.fundamental-research.ru/ru/article/view?id=40084>
4. Пат. 2646986 Российская Федерация, МПК **F16K 1/12**. Прямоточный регулирующий клапан / А. Е. Лебедев, А.Б. Капранова, А.М. Мельцер, Д.В. Воронин, С.В. Неклюдов, Е.М. Серов. Оpubл. 13.03.2018. Бюл. № 8.
5. Пат. 2657371 Российская Федерация, МПК **F16K 1/12**. Прямоточный регулирующий клапан / А.Е. Лебедев, А.Б. Капранова, А.М. Мельцер, Д.В. Воронин, С.В. Неклюдов, Е.М. Серов. Оpubл. 13.06.2018. Бюл. № 17.

О СПОСОБАХ ОПИСАНИЯ ПЛОТНОСТИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ЧАСТИЦ СЫПУЧИХ КОМПОНЕНТОВ ПРИ ИХ СМЕШИВАНИИ

Д.В. Стенько, В.Д. Тележкин, Д.Д. Бахаева, А.Б. Капранова

Научный руководитель – **А.Б. Капранова**, д-р физ.-мат. наук,
профессор

Ярославский государственный технический университет

В статье рассматриваются основные способы стохастического моделирования движения частиц смешиваемых сыпучих компонентов в разреженных потоках.

***Ключевые слова:** смешивание, сыпучие компоненты, модель, плотность распределения.*

ABOUT METHODS FOR DESCRIPTION OF THE DENSITY OF THE DISTRIBUTION OF PARTICLES OF BULK COMPONENTS UNDER THEIR MIXING

D.V. Sten'ko, V.D. Telezhkin, D.D. Bakhaeva, A.B. Kapranova

Scientific Supervisor - **A.B. Kapranova**, Doctor of Physical
and Mathematical Sciences, Professor

Yaroslavl State Technical University

The article discusses the main methods of stochastic modeling of the movement of particles of mixed bulk components in rarefied flows.

***Keywords:** mixing, bulk components, model, distribution density.*

Целесообразность применения стохастических методов [1] при моделировании смешивания сыпучих компонентов в разреженных потоках [2, 3] объясняется поведением частиц при движении в рабочих камерах соответствующих аппаратов по их переработке. Расчет параметров процесса смешивания предполагает определение эффективных диапазонов изменения конструктивных и режимных характеристик [4]. При этом необходим учет особенностей их поведения в смешиваемых потоках в зависимости от физико-механических свойств рабочих веществ. В отличие от детермини-

рованных способов описания движения системы частиц в разреженных потоках стохастические подходы не устанавливают однозначной зависимости между входными и выходными модельными параметрами, как в одночастичных моделях или в моделях движения сплошной среды с анализом по критерию Фруда. Вероятностный характер поведения частиц смешиваемых компонентов может быть смоделирован в рамках теории случайных процессов в зависимости от основных условий его протекания: наличия [3] или отсутствия [2] столкновений между частицами, а значит – может быть основан на допущении об отсутствии или присутствии притока энергии для всей макросистемы частиц [1]. Выделяя основные физические свойства указанной макросистемы при ее эволюции, в рамках энергетического метода [1] плотность распределения частиц сыпучих компонентов при их смешивании можно описать двумя способами, оба из которых относятся к стохастическим моделям А.А. Маркова (однородным, стационарным). Первый способ предполагает отсутствие макрофлуктуаций состояний системы частиц (столкновений) [2], а второй – их наличие [3]. Энергетические представления уравнения Фоккера-Планка в указанных случаях определяют функции распределения частиц в разреженных потоках по выбранным значимым характеристикам изучаемого процесса. Подход позволяет оценить степень неоднородности [4] получаемой смеси и проанализировать основные факторы [3], влияющие на эффективность протекания процесса смешивания.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Климонтович Ю.Л.* Турбулентное движение и структура хаоса: Новый подход к статистической теории открытых систем. М.: ЛЕНАНД, 2014. 328 с.
2. *Капранова А.Б.* Моделирование критерия качества смеси в объеме барабанно-ленточного устройства / А.Б. Капранова, М.Н. Бакин, И.И. Верлока // Хим. и нефтегаз. машиностроение. 2018. Т.54. № 5. С. 3-9.
3. *Капранова А.Б.* Стохастическое описание процесса формирования потоков сыпучих компонентов в аппаратах со щеточными элементами / А.Б. Капранова, И.И. Верлока // Теор. основы хим. технологии. 2018. Т. 52, № 6. С. 707-721.
4. Исследование качества смеси на первой стадии работы аппарата гравитационного типа / А.Б. Капранова, И.И. Верлока, П.А. Яковлев, Д.Д. Бахаева // Российский химический журнал (Журнал химического общества им. Д. И. Менделеева). 2018. Т. LXII, № 4. С. 48-50.
5. *Kapranova A.B., Verloka I.I., Bahaeva D.D.* About Preparation of the Analytical Platform for Creation of a Cyber-Physical System of Industrial Mixture of Loose Components // In monograph: *Cyber-Physical Systems: Advances in Design & Modelling. Studies in Systems, Decision and Control* / eds. A. Kravets, A. Bolshakov, M. Shcherbakov. V. 259. Springer, Cham, 2020. P. 81-91. Doi: 10.1007/978-3-030-32579-4_7

ОСНОВНЫЕ ТЕНДЕНЦИИ В РАЗВИТИИ РЕГУЛИРУЮЩЕЙ АРМАТУРЫ ВЕДУЩИХ ЗАРУБЕЖНЫХ ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ

Н.В. Куликов, В.А. Тихомиров, А.Б. Капранова

Научный руководитель – **А.Б. Капранова**, д-р физ.-мат. наук,
профессор

Ярославский государственный технический университет

Рассмотрены основные тенденции при проектировании прямооточных регулирующих клапанов для обеспечения эффективного дросселирования потоков рабочей среды в проточных областях. Кратко описаны способы организации удаления кавитационных пузырьков от внутренних рабочих поверхностей регулирующего оборудования.

Ключевые слова: прямооточный клапан, жидкость, дросселирование потоков, сепаратор.

MAIN TENDENCIES IN THE DEVELOPMENT OF REGULATORY FITTINGS OF LEADING FOREIGN MANUFACTURERS

N.V. Kulikov, V.A. Tikhomirov, A.B. Kapranova

Scientific Supervisor - **A.B. Kapranova**, Doctor of Physical
and Mathematical Sciences, Professor

Yaroslavl State Technical University

The main trends in the design of direct-flow control valves to ensure effective throttling of the fluid flow in the flow areas are considered. Briefly describes the methods of organizing the removal of cavitation bubbles from the internal working surfaces of the regulatory equipment.

Keywords: direct-flow valve, liquid, flow throttling, separator.

Трубопроводная арматура остро нуждается в конструктивных решениях по обеспечению условий снижения интенсивности вредных последствий кавитационных эффектов. Актуальная проблема проектирова-

ния соответствующей регулирующей арматуры решается обычно с помощью обеспечения эффективного дросселирования потоков рабочей среды в проточных областях. Особый интерес вызывает опыт зарубежных проектировщиков ведущих мировых компаний-производителей регулирующей арматуры, которые имеют максимальные продажи своей продукции и зарекомендовали себя как поставщики надежного оборудования: *Emerson, Mokveld, TALIS, Flowserve*.

Рассмотрим ряд направлений проектирования данного оборудования для указанного назначения согласно двум основным способам борьбы с проявлениями кавитационных эффектов. Первый из них относится к организации условий сужения области турбулентных течений рабочей жидкости, а второй – сводится к управлению ее потоками. В частности, в проточных конструкциях регулирующих клапанов использование лопаточных колец фирмой *ERHARD* (Германия) из группы компаний *TALIS* [1] позволяет достигать эффекта закручивания струй, которые уносят образующиеся кавитационные пузырьки в срединную область потока жидкости, удаляя их от внутренних поверхностей проточной части устройства. В свою очередь, корпорация *Flowserve* (США) [2] применяет технологию, согласно которой сепараторы имеют дроссельные радиальные каналы переменного сечения, которые применяются для достижения того же эффекта – удаления пузырьков в центральную часть потока для дальнейшего выноса из проточной части. Фирма *Mokveld* (Нидерланды) [3] разработала технологию контроля скорости течения рабочей жидкости в проточной области клапана с равномерным распределением течения в сепараторе для предотвращения режима турбулентных течений. При этом активно используется набор дросселирующих ступеней.

Таким образом, все перечисленные компании применяют принцип дросселирования потоков жидкостной среды, что характерно и для фирмы *Fisher* группы компаний *Emerson* [4]. Заметим, что данные принципы активно используются и в отечественном проектировании клапанов [5].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. TALIS. ERHARD [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.talis-group.com/brands/erhard.html> (дата обращения: 26.01.2020).
2. Flowserve. Linear control valves [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.flowserve.com/en/products/valves/linear-control-valves> (дата обращения: 26.01.2020).
3. Mokveld. Axial flow valves by Mokveld [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://mokveld.com/en/home> (дата обращения: 26.01.2020).
4. Emerson. Fisher [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.emerson.com/en-us/automation/fisher> (дата обращения: 26.01.2020).

5. Engineering Method for Calculating of an Axial Valve Separator With an External Location of the Locking Part / A.B. Kapranova, A.E. Lebedev, S.V. Neklyudov, A.M. Melzer // *Frontiers in Energy Research: Process and Energy Systems*. March 2020, Vol. 8, article 32 (pp. 1-17). Doi: 10.3389/fenrg.2020.00032

ОБ ОТЕЧЕСТВЕННОМ ОПЫТЕ ПРОЕКТИРОВАНИЯ СМЕСИТЕЛЕЙ СЫПУЧИХ КОМПОНЕНТОВ СО ЩЕТОЧНЫМИ ЭЛЕМЕНТАМИ

Д.Д. Бахаева, Д.М. Андреев, Д.В. Стенько, А.Б. Капранова

Научный руководитель – **А.Б. Капранова**, д-р физ.-мат. наук,
профессор

Ярославский государственный технический университет

В статье рассматривается влияние на качество получаемой смеси дополнительного введения в конструкцию смесителя щеточных элементов для исключения эффекта сегрегации.

***Ключевые слова:** смешивание, сыпучие компоненты, смесители, конструкция, щеточный барабан.*

ABOUT DOMESTIC EXPERIENCE OF DESIGNING MIXERS OF BULK COMPONENTS WITH BRUSHES

D.D. Bakhaeva, D.M. Andreev, D.V. Sten'ko, A.B. Kapranova

Scientific Supervisor - **A.B. Kapranova**, Doctor of Physical
and Mathematical Sciences, Professor

Yaroslavl State Technical University

The article discusses the effect on the quality of the resulting mixture of the additional introduction of brush elements to the design of the mixer to eliminate the effect of segregation.

***Keywords:** mixing, bulk components, mixers, construction, drum with the brush.*

В современных отраслях промышленности широко распространено производство смесей сыпучих материалов, например, в химической, фармацевтической, строительной, пищевой, машиностроительной и других отраслях. Одним из перспективных направлений проектирования смесителей, в отличие от наиболее распространенных центробежных смесителей периодического характера, является использование аппаратов с непрерывным режимом работы, например, с применением подвижной ленты. Однако даже известные смесительные агрегаты, включая гравитационные без дополнительных смесительных элементов, не могут обеспечить требуе-

мую однородность смеси, в тех случаях, когда объёмно-весовое количество одного компонента смеси значительно больше второго (1:10 и более) [1]. Глобальной проблемой, влияющей на однородность смеси, при таком соотношении компонентов является процесс сегрегации. Под сегрегацией понимают комплекс эффектов разделения неоднородных частиц, обусловленных их взаимодействием в поле инерционных сил. Таким образом, конструкция смесителя должна способствовать уменьшению влияния движущих сил, разделяющих материалы [2, 3].

Сегрегированные области для сыпучих сред интенсивно формируются, когда в рабочих объемах смесителя происходят сдвиговые потоки, которые носят постоянный упорядоченный или циклически повторяющийся характер. На практике для предотвращения негативных последствий сегрегации обычно используется один из способов разрушения сегрегированных потоков, в том числе механический, но его реализация обычно достаточно энергозатратна и сопровождается затруднительным контролем за нарушениями структуры потока. В таком случае целесообразно применение нового сочетания регулируемых конструктивных элементов, например, подвижных перемешивающих органов, за счет которых будет происходить подавление сегрегации частиц с резко различающимися физико-механическими свойствами [4].

Рассмотрим работу агрегата для смешения сыпучих материалов (рис. 1) [5].

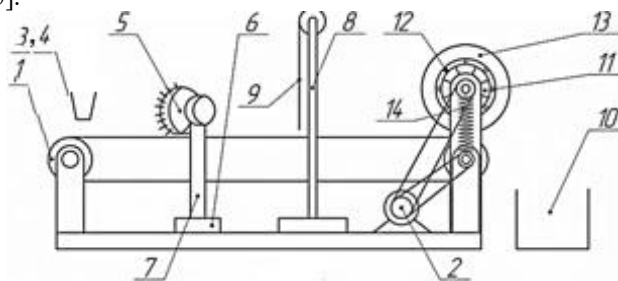


Рис. 1. Схема агрегата [5]

Агрегат содержит ленточный транспортер 1 с приводом 2, дозаторы 3 и 4, смесительные устройства 5, выполненные в виде приводных щеточных барабанов, снабженные приспособлениями для поворота 6 вокруг вертикальных стоек 7, отбойный элемент, представляющий собой рамку 8 с эластичным материалом 9, устройство выгрузки 10, уплотняющий валик 11 с отверстиями для выхода газа 12, покрытый эластичной газопроницаемой оболочкой 13 для выхода газа в процессе уплотнения, снабженный пружинным подпором 14. Привод смесительных устройств 5 осуществляется от электродвигателей.

Работа агрегата [5] происходит следующим образом:

Сыпучие материалы подаются на ленту симметрично установленными над ней дозаторами и движутся параллельными слоями.

Распределенные слоями на ленте материалы захватываются вращающимися (для углового смещения потоков относительно продольной оси транспортера) смесительными устройствами и распыляются. Дисперсные потоки смешиваемых материалов взаимодействуют с отбойным элементом, и сформировавшаяся смесь оседает на транспортерную ленту и движется в зону уплотнения. Благодаря уплотняющему валу уменьшается «подвижность» частиц смешиваемых компонентов, предотвращается сегрегация и осуществляется подготовка полученной смеси к дальнейшей транспортировке или хранению. За счет возможности регулирования частоты вращения смесительных устройств, перемещения и наклона отбойного элемента вдоль транспортера можно достичь благоприятных параметров распределения частиц смешиваемых компонентов, образующих однородную смесь [5]. Таким образом, за счет введения в конструкцию смесителя подвижных щеточных элементов можно обеспечить избирательное воздействие на поток смешиваемых частиц и управлять сегрегированными потоками методами разделения управляемых отклоняющих элементов и сократить время обработки неоднородных компонентов технологического потока.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Лебедев А.Е.* Аппараты для переработки дисперсных сред. Теория и расчет: монография / А.Е. Лебедев, А.И. Зайцев, А.Б. Капранова, А.А. Ватагин, С. Суид. Ярославль: Издат. дом ЯГТУ, 2017. 176 с.
2. *Верлока И.И.* Современные гравитационные устройства непрерывного действия для смешивания сыпучих компонентов / И.И. Верлока, А.Б. Капранова, А.Е. Лебедев // Инженерный вестник Дона. 2014. № 4.
3. URL: www.ivdon.ru/magazine/archive/n4y2014/2599.
4. *Капранова А.Б.* Исследование процесса смешивания увлажненных сыпучих компонентов гибкими элементами. Монография / А.Б. Капранова, М.Н. Бакин, И.И. Верлока. Ярославль: Издат. дом ЯГТУ, 2018. 132 с.
5. *Иванов О.О.* Управление сегрегированными потоками сыпучих материалов для их обработки методами разделения и соединения / О.О. Иванов, В.А. Пронин, Е.А. Рябова // Вестник ТГТУ. 2016. Том 22. № 3.
- 6 Пат. 2624698 Российская Федерация, В01F3/18. Агрегат для смешения и уплотнения сыпучих материалов / А.Е. Лебедев, А.А. Ватагин, М.Е. Борисовский, М.Н. Романова, Н.В. Бадаева, И.С. Шеронина. Опубл. 05.07.2017.

РАСЧЕТ МОЩНОСТИ ПРИВОДА БАРАБАННО-ЛОПАСТНОГО СМЕСИТЕЛЯ

С.Н. Черпицкий, Д.М. Камнев, М.Ю. Таршис

Научный руководитель - **М.Ю. Таршис**, д-р техн. наук, профессор

Ярославский государственный технический университет

В статье рассматривается методика расчета мощности барабанно-лопастного смесителя. При расчете учитываются три составляющие мощности. Мощность, расходуемая на преодоление трения качения и скольжения в узлах привода, а также составляющие, связанные с циркуляцией смеси и с воздействием на неё лопастей

Ключевые слова: смеситель, сыпучие материалы, мощность, циркуляция, коэффициент сопротивления.

THE DRUM-BLADE MIXER DRIVE POWER CALCULATION

S.N. Cherpitskiy, D.M. Kamnev, M.Yu. Tarshis

Scientific Supervisor - **M.Yu. Tarshis**, Doctor of Technical Sciences,
Professor

Yaroslavl State Technical University

The article considers the method of calculating the power of a drum-blade mixer. The calculation takes into account three components of power. Power consumed to overcome rolling and sliding friction in the drive units, as well as components associated with the circulation of the mixture and-with the impact of the blades on it

Keywords: mixer, bulk materials, power, circulation, resistance coefficient.

Одним из основных расчетных параметров, определяющих эффективность приводного технического устройства, является мощность самого привода. Наряду с производительностью мощность используется при формировании целевой функции в ходе оптимального проектирования устройства. В данной статье рассматривается методика расчета мощности барабанно-ло-

пастного смесителя [1]. Смеситель содержит эластичные камеры, сообщаемые с патрубками загрузки и выгрузки компонентов смеси и помещенные в горизонтальную цилиндрическую трубу, установленную на приводных роликах. Фрагменты бортов камер отогнуты с образованием рабочих лопастей. Очевидно, что при расчете мощности такого устройства необходимо учитывать следующие её составляющие. Мощность, расходуемую на преодоление трения качения и скольжения - N_{mp} , ту её часть, которая связана с циркуляцией смеси $N_{ц.м.}$ и составляющую, связанную с воздействием на нее лопастей - $N_{лон.}$:

$$N = N_{mp} + N_{ц.м.} + N_{лон.} . \quad (1)$$

В соответствии с [2] мощность, расходуемая на преодоление трения качения и трения скольжения, определяется формулой

$$N_{mp} = \frac{G_m + G_{кор}}{d_{рол} \cos \psi} \left(\delta_K (D_B + d_{рол}) + f D_B \frac{d_{рол}}{2} \right), \quad (2)$$

где $G_m, G_{кор}$ - силы тяжести, действующие на материал и на корпус смесителя, соответственно, $d_{рол}$ - диаметр опорного ролика, D_B - наружный диаметр барабана, ψ - угол между реакцией ролика и вертикалью, δ_K - коэффициент трения качения корпуса по опорному ролику, f - коэффициент трения в подшипнике ролика.

Будем считать, что сила сопротивления, действующая на лопасть при её движении внутри сыпучего материала [3] пропорциональна первой степени скорости лопасти относительно частиц материала.

Учитывая, также, что средняя относительная скорость лопасти равна $v = \omega R_n$, где ω - угловая скорость корпуса, R_n - радиус установки лопасти, получим мощность сил сопротивления:

$$N_{сл} = n k_1 k_2 \omega^2 R_n^2 S \cos \alpha_n, \quad (3)$$

где k_1 - коэффициент сопротивления, α_n - угол наклона лопасти к плоскости поперечного сечения материала $S = bH$ - площадь лопасти, b, H ширина и высота лопасти, соответственно, n - число лопастей, $k_2 = \delta/\pi$ - коэффициент загрузки лопасти, δ - центральный угол сегмента сыпучего материала.

Для нахождения коэффициента сопротивления k_1 был использован экспериментальный способ [4]. Фотографированием смеси через прозрачную стенку получали изображение поперечного сечения (контур) при про-

хождении через неё лопасти. Затем по изображению находили линию свободной поверхности материала и определяли площадь $S_{2обр}$ области обрушения сыпучего материала.

Тогда мощность силы сопротивления, действующей на лопасти, может быть рассчитана в соответствии с уравнением, подобным уравнению, полученному в [4]:

$$N_{cl} = \frac{S_{2обр} b \rho g \Delta h_2}{\arctg(x_{c2}/y_{c2})} \omega \quad (4)$$

где Δh_2 изменение координаты центра масс в направлении силы тяжести, относительно центра масс $C(x_{c2}, y_{c2})$ - области обрушения смеси в устройстве без лопастей.

Аналогично, может быть получено выражение для расчета мощности, затрачиваемой на осевое перемещение смеси:

$$N_{cl} = nk_1 k_2 \omega^2 R_n^2 S \sin \alpha_n \quad (5)$$

Значение коэффициента сопротивления k_1 может быть определено из равенства уравнений (3) и (5):

$$k_1 = \frac{S_{2обр} b \rho g \Delta h_2}{nk_2 \omega R_n^2 S \cos \alpha_n \arctg(x_{c2}/y_{c2})} \quad (6)$$

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Пат. 2618065. Российская Федерация. Смеситель сыпучих материалов. Оpubл. 02.05.17, Бюл. № 13.
2. Гусев Ю.И. Конструирование и расчет машин химических производств / под ред. Э.Э. Кольмана-Иванова. М.: Машиностроение, 1985. 408 с.
3. Таршис М. Ю. К расчету мощности нового барабанно-лопастного смесителя сыпучих материалов / М.Ю. Таршис, С.Н. Черпицкий, Л.В. Королев // Матем. методы в технике и технологиях - ММТТ- 32: сб. трудов XXXII Междунар. науч. конф. Т. 4. СПб., 2019. С. 7- 10.
4. Волков М.В. Метод расчета процесса смешивания сыпучих материалов в новом аппарате с открытой рабочей камерой: дис. ... канд. техн. наук: 05.17.08. Ярославль, 2014. 137 с.

ПРЯМОТОЧНЫЙ РЕГУЛИРУЮЩИЙ КЛАПАН

Д.А. Щаднев, С.С. Аникеев, А.Е. Лебедев, И.С. Гуданов

Научный руководитель – **А.Е. Лебедев**, д-р техн. наук,
профессор

Ярославский государственный технический университет

В данной работе рассматривается конструкция и принцип работы прямооточного регулирующего клапана. Обнаружены недостатки данной конструкции в связи с возникновением кавитации. Предложена новая простая модель клапана, позволяющая снизить кавитацию.

Ключевые слова: клапан, регулирующий клапан, кавитация.

DIRECT- FLOW CONTROL VALVE

D.A. Shchadnev, S.S. Anikeev, A.E. Lebedev, I.S. Gudanov

Scientific Supervisor - **A.E. Lebedev**, Doctor of Technical Sciences,
Professor

Yaroslavl State Technical University

In this paper, we consider the design and operating principle of a direct -flow control valve. Disadvantages of this design were found due to the occurrence of cavitation. A new simple model of the valve is proposed, which allows reducing cavitation.

Keywords: valve, control valve, cavitation.

Предлагаемый в статье клапан относится к регулирующим клапанам осевого потока, применяемым в промышленной трубопроводной арматуре, и предназначен для регулирования и перекрытия рабочих сред жидкостей и газов.

Главной, решаемой в работе, задачей является создание прямооточного регулирующего клапана простой конструкции, позволяющего снизить кавитацию.

На рис.1 изображена схема прямооточного регулирующего клапана.

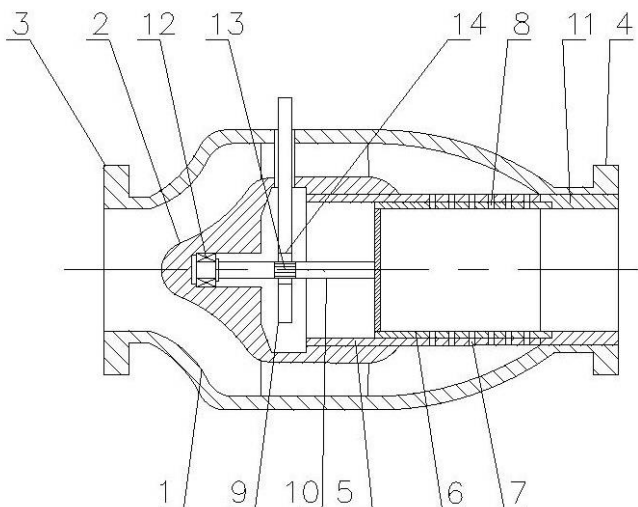


Рис. 1. Схема клапана

Прямоточный регулирующий клапан [1] содержит внешний 1 и внутренний 2 корпуса, входной 3 и выходной 4 фланцы, делитель потока, представляющий собой перфорированный цилиндр 5, соосно которому установлен запирающий орган 6. На поверхности перфорированного цилиндра 5 выполнены отверстия 7, а на поверхности запирающего органа 6 - отверстия 8. Запирающий орган 6 соединен с реечным приводом 9 при помощи штока 10. В выходном фланце 4 установлена расширительная втулка 11. С целью обеспечения запирающему органу возможности поворота вокруг своей оси, концевой участок штока 10 установлен в полости внутреннего корпуса 2 при помощи подшипника 12, а в зоне выходного фланца за счет цилиндрического выступа, выполненного в расширительной втулке 11. Для осуществления поворота запирающего органа на поверхности штока 10 и реечного привода 9 выполнены находящиеся в зацеплении зубчатые венцы 13 и 14.

Прямоточный регулирующий клапан работает следующим образом.

Жидкость поступает через входной фланец 3 в полость между внутренней поверхностью внешнего корпуса 1 и наружной поверхностью внутреннего корпуса 2, обтекает внутренний корпус и направляется через отверстия 7 и 8 в перфорированном цилиндре 5 и запирающем органе 6 к выходному фланцу 4.

При полностью открытом клапане запирающий орган 6 повернут относительно перфорированного цилиндра таким образом, что оси

отверстий 7 и 8 совпадают, то есть имеет место полное открытие (совпадение) отверстий. Для уменьшения расхода запирающий орган поворачивается относительно своей оси, при этом происходит смещение осей отверстий 8 и проходное сечение, через которое проходит жидкость, уменьшается. При полностью закрытом клапане отверстия полностью закрыты.

Для осуществления поворота запирающего органа 6 относительно своей оси на поверхности штока 10 и реечного привода 9 выполнены находящиеся в зацеплении зубчатые венцы 13 и 14. Это обеспечивает поворот запирающего органа 6 при вертикальном перемещении реечного привода 9. При этом концевой участок штока 10 установлен в полости внутреннего корпуса 2 при помощи подшипника 12, а в зоне выходного фланца крепится за счет цилиндрического выступа (упирается в его поверхность), выполненного в расширительной втулке 11.

Благодаря тому, что запирающий орган установлен возможностью поворота вокруг своей оси, в предлагаемом клапане удастся исключить поступательное движение запирающего органа, что позволяет снизить нагрузки в приводе и снизить кавитационные эффекты за счет уменьшения турбулизации потока.

Одинаковая форма отверстий в перфорированном цилиндре и запирающем органе и размещение кольцевыми рядами, позволяет обеспечить одинаковое перекрытие всех отверстий одновременно. Это позволит обеспечить постоянный характер течения жидкости через все отверстия одновременно (перекрываются все отверстия сразу на одну и ту же величину), что невозможно достичь при поступательном перемещении запирающего органа, когда в процессе регулирования часть отверстий полностью перекрывается, а часть остается полностью открытыми при этом усиливаются кавитационные эффекты.

С целью полного совпадения осей отверстий и их одинакового перекрытия расстояния между рядами, расстояние до края выходного фланца от ближайшего к нему ряда отверстий и угловой шаг между центрами отверстий в перфорированном цилиндре и запирающем органе выполнены одинаковыми.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Пат. 2657371 Российская Федерация. прямоточный регулирующий клапан / А.Е. Лебедев, М.Е. Борисовский, А.Б. Капранова, А.М. Мельцер, Д.В. Воронин, С.В. Неклюдов, Е.М. Серов. Опубл. 13.06.18, Бюл. № 17.

ЦЕНТРОБЕЖНЫЙ РАСПЫЛИТЕЛЬ ЖИДКОСТИ

С.С. Аникеев, Д.А. Щаднев, А.Е. Лебедев, И.С. Гуданов

Научный руководитель – **А.Е. Лебедев**, д-р техн. наук, профессор

Ярославский государственный технический университет

Рассматривается конструкция и принцип работы центробежного распылителя жидкости. Предлагается новая конструкция распылителя, позволяющая улучшить характеристики распыления.

***Ключевые слова:** распылитель, орошение, поток капли*

CENTRIFUGAL LIQUID SPRAYER

S.S. Anikeev, D.A. Shchadnev, A.E. Lebedev, I.S. Gudanov

Scientific Supervisor - **A.E. Lebedev**, Doctor of Technical Sciences,
Professor

Yaroslavl State Technical University

The design and operation principle of a centrifugal liquid atomizer is considered. A new atomizer design is proposed to improve atomization performance.

***Key words:** Sprayer, Irrigation, flow, drop*

Авторами статьи предложено новое устройство предназначенное для распыления жидкостей [1]. Область применения - химическая, пищевая и другие отрасли промышленности. Наиболее целесообразно использование центробежного распылителя жидкости при проведении процесса высушивания растворов, при организации реакционных и массообменных процессов.

На рис. 1 изображен центробежный распылитель жидкости [2].

Центробежный распылитель жидкости содержит: распылительную насадку 1, устройство загрузки 2, отверстия 3, расположенные горизонтальными рядами. Вращение распылительной насадки производится от привода 4.

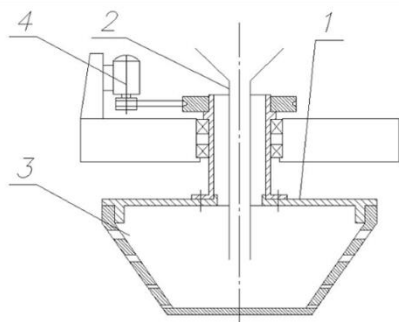


Рис. 1. Схема устройства

Центробежный распылитель работает следующим образом.

Подлежащая распылению жидкость или раствор поступает из устройства загрузки 2 во внутреннюю полость распылительной насадки 1, вращающейся от привода 4. Под действием центробежных сил жидкость поднимается по ее внутренней стенке, проходит через отверстия 3 в боковой поверхности и распыляется. При этом внутренняя поверхность жидкостного столба имеет цилиндрическую форму. С целью получения равномерного распределения концентрации жидкой фазы в орошаемом объеме форма распылительная насадка выполнена в виде усеченного конуса, размещенного меньшим основанием вниз. При такой форме распылительной камеры расстояние от оси вращения до отверстий увеличивается от нижнего ряда отверстий к верхнему. За счет увеличения давления жидкости на стенку от нижнего сечения к верхнему скорость истечения жидкости повышается, что приводит к возрастанию дальности полета струй и образованных при их распаде капель. Таким образом, частицы жидкости, вылетающие из нижнего ряда отверстий, движутся ближе к оси распылительной камеры, чем капли струй вылетающих из отверстий, находящимися в следующем ряду. Такое расположение отверстий позволяет создавать разреженный поток с равномерной концентрацией капель во внутреннем объеме аппарата. Для получения монодисперсного распыла диаметр отверстий в рядах распылительной камеры увеличивается от нижнего ряда к верхнему. Это связано с тем, что с повышением скорости истечения жидкости уменьшается размер капель. Таким образом, в нижнем ряду, где имеет место наименьшая скорость истечения, размер отверстий выполнен минимальным. При таком размещении отверстий в распылителе с одной стороны, будет иметь место равномерное в объеме аппарата размещение капель жидкости и, с другой, возможно достижение капель одного размера. Имея большую скорость истечения, в верхней части распылителя, будет расти

дальность полета струй и капель. Эта дальность уменьшается в аппарате сверху вниз. Достижение равномерного распределения объемной плотности (концентрации) частиц приведет к повышению эффективности массо-теплообменных процессов и снижению энергозатрат.

Данный центробежный распылитель при простой конструкции позволяет получить монодисперсный распыл высокого качества с равномерным распределением капель по сечению аппарата.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Пажу Д.Г.* Распылители жидкостей. М.: Химия, 1979. 120 с.
2. Пат. 2334168 Российская Федерация. Центробежный распылитель жидкости / А.И. Зайцев, А.Е. Лебедев, А.Б. Капанова. Оpubл. 10.05.12, Бюл. № 13.

РАЗРАБОТКА НОВОГО УСТРОЙСТВА ДЛЯ ОЧИСТКИ ГАЗОВ

П.В. Кузьминов, А.Е. Лебедев

Научный руководитель – **А.Е. Лебедев**, д-р техн. наук, профессор

Ярославский государственный технический университет

Проанализированы существующие аппараты для очистки газов от твердых частиц, выявлен ряд недостатков существующих конструкций, представлена новая конструкция циклонного аппарата для очистки газов.

***Ключевые слова:** очистка газов, циклоны, опорные впадины, отбойные пластины, пылеулавливание.*

DEVELOPMENT OF A NEW DEVICE FOR GAS CLEANING

P.V. Kuzminov, A.E. Lebedev

Scientific Supervisor - **A.E. Lebedev**, Doctor of Technical Sciences,
Professor

Yaroslavl State Technical University

The existing devices for cleaning gases from solid particles are analyzed a number of shortcomings of existing designs are identified , and a new design of a cyclone device for cleaning gases is presented.

***Keywords:** gas cleaning, cyclones, support depressions, rebound plates, dust collection.*

Проблема очистки газов от твердых частиц и пыли на данный момент является актуальной и решена не полностью. Данные проблемы, не смотря на множество конструкций газоочистительного оборудования, в настоящее время решены не окончательно. Некоторые аппараты (комбинированные фильтры: циклон и рукавный, электрофильтр и рукавный фильтр) позволяют выделить из загрязненного потока мельчайшие частицы пыли, но их гидравлическое сопротивление и скорость потока не позволяет их применять на многих производствах. Другие же конструкции (прямоточные циклоны с принудительным отсосом), наоборот, обладают

низким гидравлическим сопротивлением и высокой производительностью, но их степень очистки резко падает.

Авторами данной работы предложена принципиально новая конструкция газоочистительного аппарата с небольшим гидравлическим сопротивлением, простой конструкции и с высокой степенью очистки.

Аппарат предназначен для очистки газов от пыли и других твердых частиц в различных отраслях промышленности. Агрегат для очистки газов содержит цилиндроконический корпус, в верхней цилиндрической части которого тангенциально установлено устройство загрузки и соосно - устройство выгрузки очищенного газа, в нижней - устройство выгрузки твердых частиц, соединенное с бункером для приема твердых частиц. В нижней зоне цилиндрической части корпуса размещены опорные впадины цилиндрической формы, контактирующие внутренней поверхностью с соосно установленными цилиндрическими вставками, имеющими устройство поворота и сквозные щели прямоугольного поперечного сечения. В сквозных щелях размещены с возможностью продольного перемещения отбойные пластины прямоугольной формы, снабженные механизмом перемещения вдоль щелей. В конической части цилиндроконического корпуса на его внутренней поверхности выполнены прямолинейные ручки, глубина которых уменьшается к устройству выгрузки твердых частиц.

Агрегат для очистки газов работает следующим образом. Подлежащие очистке газы поступают во внутренний объем цилиндро-конического корпуса 1 через тангенциально установленное устройство загрузки 2. Попав по касательной в верхнюю зону цилиндрической части цилиндро-конического корпуса 1 поток неочищенного газа закручивается и движется по спирали вниз, при этом под действием центробежной силы твердые частицы отбрасываются к стенкам и движутся в периферийной части потока. Таким образом, происходит концентрация твердых частиц у стенок корпуса.

При опускании потока в цилиндрической части происходит ударное взаимодействие с отбойными пластинами 9. Отбойные пластины 9 выступают относительно внутренней поверхности цилиндро-конического корпуса 1 на расстояние равное толщине зоны закрученного потока, в которой сконцентрировано основное количество твердых частиц. При этом очищенный от твердых частиц газовый поток обтекает отбойные пластины. Такое расположение отбойных пластин (в зоне концентрации твердых частиц) позволяет эффективно снижать их скорость при ударе и позволяет очищенному потоку газа свободно двигаться дальше при этом гидравлическое сопротивление незначительно.

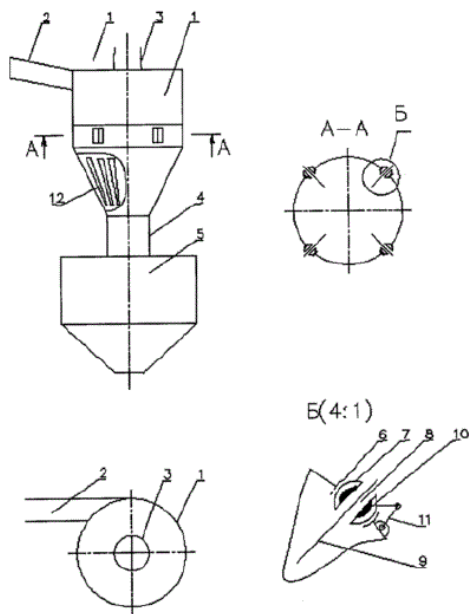


Рис. 1. Схема аппарата для очистки газов

С целью регулирования величины выступления отбойных пластин 9 и угла их наклона к продольной оси цилиндро-конического корпуса 1 в нижней зоне цилиндрической части цилиндро-конического корпуса 1 размещены опорные впадины 6 цилиндрической формы, контактирующие внутренней поверхностью с соосно установленными цилиндрическими вставками 7, имеющими сквозные щели 8 прямоугольного поперечного сечения, в которых размещены с возможностью продольного перемещения отбойные пластины 9 прямоугольной формы. Для перемещения вдоль щелей 8 отбойные пластины 9 снабжены механизмом перемещения 10. С целью ориентации отбойных пластин 9 под разными углами по отношению к потоку цилиндрические вставки 7 снабжены устройствами поворота 11 относительно продольной оси. Изменение углов наклона отбойных пластин 9 и их выдвигание вдоль щелей 8 позволяет использовать предлагаемый агрегат для работы с различными типами газов (разная степень запыленности, разный состав и тип твердых частиц и т.д.) подстраивать его под характеристики очищаемых газов в довольно широких пределах. Это позволяет сделать предлагаемый агрегат более универсальным по сравнению с существующими аналогами.

Высокая степень очистки достигается организацией высокоскоростного ударного взаимодействия потока твердых частиц с отбойными

пластинами, позволяющего более эффективно снизить их скорость и направить к устройству выгрузки твердых частиц 4, а далее в бункер 5. Очищенный газ, двигаясь в нижнюю коническую часть цилиндро-конического корпуса 1, сосредотачивается в его центральной зоне и удаляется через устройство выгрузки очищенного газа 3.

Описанное выше устройство может найти широкое применение в деревообрабатывающей промышленности (очистка воздуха от древесной пыли и стружки), производстве строительных материалов (очистка воздуха от мелкодисперсных частиц измельченных строительных материалов), металлургии (очистка воздуха от частиц руды, угля и т.д.), химической промышленности (очистка газов от мелкодисперсных пылей, частиц порошкообразных реагентов и катализаторов), нефтеперерабатывающей промышленности (очистка газов при регенерации катализаторов на установках каталитического крекинга и т.д.). Устройство может быть использовано практически на всех предприятиях в качестве замены циклонов (отработавших свой срок или с целью повышения эффективности пылеулавливания).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Патент РФ № 2685650 МПК В04С 5/081. Оpubл. 22.04.2019.
Чекалов Л.В. Экотехника. Защита атмосферного воздуха от выбросов пыли, аэрозоль и туманов. Ярославль: Русь, 2004. 424 с.
Страус В. Промышленная очистка газов. М.: Химия, 1981. 616 с.
Сугак Е.В. Очистка газовых выбросов в аппаратах с интенсивными гидродинамическими режимами / Е.В. Сугак, Н.А. Войнов, Н.А. Николаев. 2-е изд. Казань: Отечество, 2009. 224 с.

К ВОПРОСУ СПЕЦИФИКИ ПРОЦЕССА РЕВЕРС-ИНЖИНИРИНГА ИЗДЕЛИЙ

А.С. Гуляев, О.Н. Калачев

Научный руководитель – **О.Н. Калачев**, канд. техн. наук, доцент

Ярославский государственный технический университет

Рассмотрена специфика использования программных и аппаратных средств в процессе реверс-инжиниринга с последующей топологической оптимизацией для усовершенствования конструкции изделия.

***Ключевые слова:** 3D-сканирование, реверс-инжиниринг, топологическая оптимизация.*

TO THE QUESTION OF SPECIFICITY OF THE REVERSE ENGINEERING PROCESS OF THE PRODUCTS

A.S. Gulyaev, O.N. Kalachev

Scientific Supervisor - **O.N. Kalachev**, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor

Yaroslavl State Technical University

Consideration of the specifics of using software and hardware in the process of reverse engineering, taking into account topological optimization to improve the design of products.

***Key words:** 3D scanning, reverse engineering, topological optimization.*

В процессе конструкторско-технологического проектирования возникает ряд проблем при получении необходимого изделия. Одной из задач является реверс-инжиниринг (РИ) существующего изделия с отсутствующей конструкторской (КД) и технологической документацией (ТД), а также в случае отсутствия продукта на рынке. Для того чтобы получить всю необходимую документацию для производства изделия требуется провести ряд последовательных действий, включающих: предварительное сканирование, последующую обработку данных сканирования для получения векторной модели (CAD-модели).

С ростом востребованности таких технологий, как сканирование и РИ сложность конструкций изделий, поступающих на сканирование и обработку, заставляет разработчиков улучшать характеристики аппаратных средств и функционал программного обеспечения (ПО), что в свою очередь открывает перед инженерами массу возможностей и решений по осуществлению РИ в конструкторских задачах. В данной работе исследована специфика РИ в процессе восстановления деталей разных конструкции, а также прямая связь РИ и инженерных программ САЕ по осуществлению топологической оптимизации.

Работа проведена по следующим направлениям.

- 1) Работа со сканерами разных функциональных возможностей [1- 2];
- 2) Исследование влияния точности сканирования на адекватность полученных результатов;
- 3) Специфика сканирования изделия в зависимости от сложности конструкции;
- 4) Работа ПО для обработки данных сканирования - Geomagic Design X [3-4];
- 5) Специфика обработки данных сканирования, пути решения задач по восстановлению изделия;
- 6) Применение ПО для топологической оптимизации.

В работе исследованы возможности различных сканеров, имеющих отличительные функциональные особенности и точность сканирования. Исследовано влияние окружающей среды (освещенность), цвет поверхности изделия, настройка сканера на точность и качество сканирования. Для этого использованы разные типовые варианты изделий с различной сложностью конструкции.

На этапе сканирования необходима гибкая настройка сканера, направленная для корректировки в зависимости от изделия (его размера, сложности конструкции и т.д.), поэтому проводится калибровка и настройка для каждого изделия. Помимо этого, необходимо соблюдать последовательность действий в процессе сканирования, найти оптимальное количество проведенных сканов изделия для наиболее корректного результата – облака точек. Большую роль в корректности полученных результатов имеет постобработка сканов: удаление шумов, сшивка сканов.

После получения удовлетворительных результатов сканирования осуществляется экспорт файла данных сканирования (в виде STL, OBJ форматов) в программу по обработке Geomagic Design X. В этой программе исследованы возможности решения задач обработки данных сканирования, применен функционал программы для получения векторной модели.

Чтобы осуществить обработку данных сканирования необходимо провести анализ последующих действий для упрощения моделирования:

найти оптимальное количество соотношений поверхностей изделия для формирования векторной модели, т.е. используя гибкий функционал программы подстроится под сложность конструкции и создать корректную векторную модель. Изучены варианты осуществления моделирования в зависимости от обрабатываемых данных сканирования, проведен контроль геометрии для выявления отклонений сканирования или обработки.

Заключительным этапом стала топологическая оптимизация конструкции на основании полученной векторной модели, для этого использованы две программы, дающие возможность проведения топологической оптимизации: ANSYS Workbench [5] и Altair. В этих программах исследован их функционал, и удобство обработки результатов оптимизации. После проведения успешной оптимизации проведена печать на 3D-принтере.

Таким образом, специфика РИ заключается в выборе оптимальных параметров и методов сканирования, выборе подходящего ПО для осуществления обработки данных сканирования, его функций и возможностей. Применение РИ позволяет сократить время на проектирование продукта, изучить конструкцию уже существующего изделия на основе данных сканирования и применения инженерных расчётов (ANSYS и др.).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Сайт разработчика Shining3D EinScan SE [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.einscan.com>
2. Сайт разработчика Range Vision [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://rangevision.com/>
3. Geomagic Design X software [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://geomagicdesignx.com>
4. Реверс-инжиниринг с использованием 3D-сканера. Методические указания / Сост.: О.Н. Калачев, А. С. Гуляев. Ярославль: Издат. Дом ЯГТУ, 2020. 45 с.
5. Сайт разработчика ANSYS Workbench [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.ansys.com/>

УДК 621.7.067

ПРОГРАММИРОВАНИЕ УПРАВЛЯЕМОГО РОБОКАРА НА БАЗЕ КОНТРОЛЛЕРА ARDUINO

М.С. Ермаков, О.Н. Калачев

Научный руководитель – **О.Н. Калачев**, канд. техн. наук, доцент

Ярославский государственный технический университет

Рассматривается освоение темы программирования аналога робокара с использованием языковых и аппаратных средств Arduino.

Ключевые слова: робокар, удаленное управление, датчики, Arduino.

PROGRAMMING THE SELF-DRIVING ROBOCAR BASED ON THE ARDUINO MICRO-CONTROLLER

M.S. Ermakov, O.N. Kalachev

Scientific Supervisor – **O.N. Kalachev**, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor

Yaroslavl State Technical University

The paper examines the programming process of the roboкар using Arduino hardware and programming language.

Keywords: roboкар, remote control, sensors, Arduino.

Из комплекта деталей конструктора производства БХП-Петербург [1], приобретенного МИП АйТиТехмаш, был собран робокар с датчиками обратной связи, применяемыми для его автономного перемещения в пространстве (рис. 1).

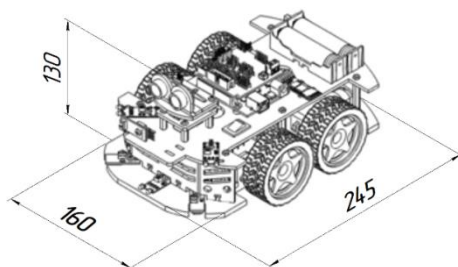


Рис. 1. Собраный передвижной самоуправляемый робот [3]

Основным применяемым датчиком стал инфракрасный датчик отражения TCRT 5000 (рис. 2).

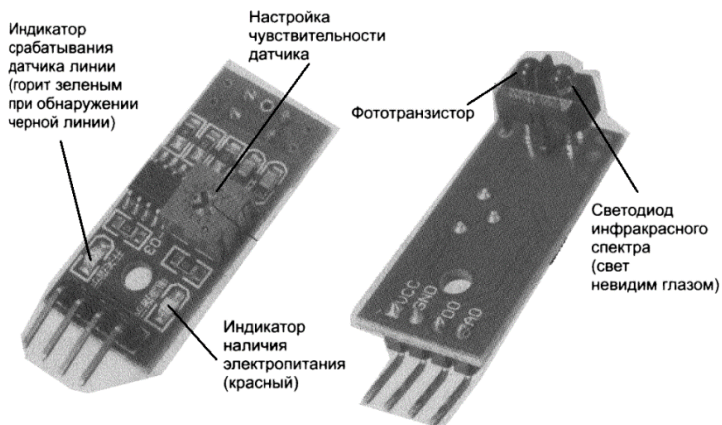


Рис. 2. Инфракрасный датчик отражения TCRT 5000 [3]

Логику передвижения робота можно описать тремя случаями, представленными на рис. 3:

- В первом случае робот при движении вдоль черной линии наезжает на нее правым датчиком. В данной ситуации производится корректировка курса направо до тех пор, пока правый датчик не перестанет быть над черной линией;
- Во втором случае ни один из датчиков не видит черную линию, в такой ситуации продолжается движение вперед;
- В третьем случае левый датчик оказывается над черной линией, поэтому производится коррекция курса налево до тех пор, пока левый датчик не перестанет быть над черной линией.

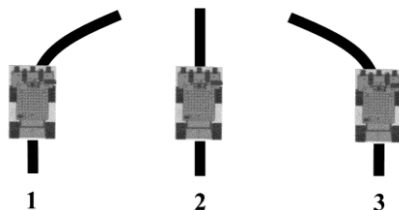
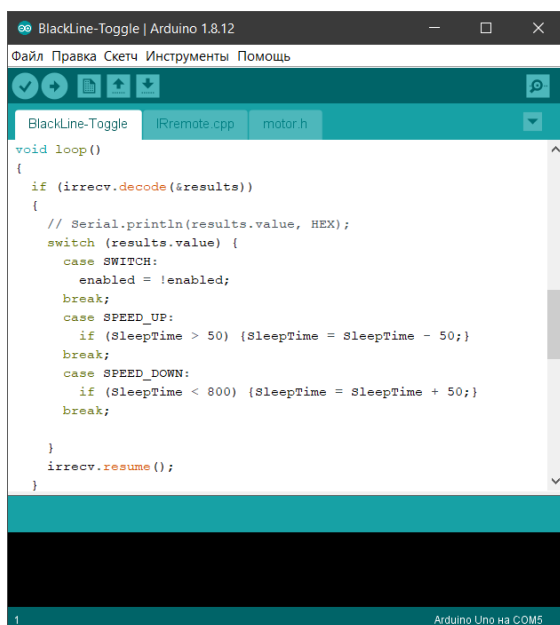


Рис. 3. Возможные случаи контакта с черной линией

По данной логике была написана и отлажена программа движения по черной линии в среде Arduino [2] с использованием библиотеки управления двигателями [3].

Далее, используя библиотеку удаленного управления инфракрасными (ИК) сигналами, в программу были добавлены функции по началу/остановке движения и регулировке скорости движения робокара. Инфракрасный сигнал передавался с ИК-пульта на ИК-приемник, установленный на роботе. Фрагмент программы и интерфейс среды программирования Arduino представлены на рис. 4.



```
void loop()
{
  if (irrecv.decode(&results))
  {
    // Serial.println(results.value, HEX);
    switch (results.value) {
      case SWITCH:
        enabled = !enabled;
        break;
      case SPEED_UP:
        if (sleepTime > 50) {sleepTime = sleepTime - 50;}
        break;
      case SPEED_DOWN:
        if (sleepTime < 800) {sleepTime = sleepTime + 50;}
        break;
    }
    irrecv.resume();
  }
}
```

Рис. 4. Фрагмент программы в среде Arduino

Выводы. Освоена структура и возможности роботизированного устройства, программирование в среде Arduino. Разработана программа для движения по заданной траектории (черной линии) с возможностью удаленной отправки команд инфракрасными сигналами.

Перспективой работы является применение робокара в качестве транспортного робота, перемещающего заготовки из накопителя заготовок на станок для последующей обработки и обработанных деталей со станка в накопитель деталей. Позиционирование станков роботом может осуществляться посредством ультразвукового датчика расстояния. При

достижении робокаром требуемой позиции станка или накопителя перемещение деталей и заготовок на робокар осуществляется при помощи робота-манипулятора.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Мобильные роботы на базе Arduino + книга [Электронный ресурс]. Издательство БХВ-Петербург. Режим доступа: <http://www.bhv.ru/books/book.php?id=194644>
2. Сайт среды программирования Arduino [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.arduino.cc/>
3. *Момот М.В.* Мобильные роботы на базе Arduino / М.В. Момот. СПб.: БХВ-Петербург, 2017. 288 с.

МЕТОДИЧЕСКОЕ ОСВОЕНИЕ ПРИМЕНЕНИЯ КОМПЛЕКТА УСП В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ

М.С. Ермаков, О.Н. Калачев, А.А. Малов

Научные руководители – **О.Н. Калачев**, канд. техн. наук, доцент;
А.А. Малов, старший преподаватель

Ярославский государственный технический университет

Рассматривается процесс освоения комплекта универсально-сборного приспособления (УСП) и его применения в учебном процессе.

***Ключевые слова:** приспособление, УСП, сборка, база, закрепление, установка.*

METHODICAL DEVELOPMENT OF UNIVERSAL ASSEMBLY DEVICES USAGE IN EDUCATIONAL PROCESS

M.S. Ermakov, O.N. Kalachev, A.A. Malov

Scientific Supervisors – **O.N. Kalachev**, Candidate of Technical
Sciences, Associate Professor;
A.A. Malov, Senior Lecturer

Yaroslavl State Technical University

The paper examines the process of mastering universal assembly devices set and its usage in educational process.

***Keywords:** fixture, UAD, assembly, datum, clamping, setting-up.*

Совмещение теоретических знаний с практикой в процессе обучения помогает студентам закрепить усвоенный материал и глубже вникнуть в изучаемый вопрос.

С целью применения в учебном процессе заводом ИФО был подан кафедре комплект универсально-сборного приспособления (УСП). Была произведена сортировка комплекта, состоящего из 380 деталей, по которым был составлен каталог с их наименованиями, обозначениями, штучным количеством и изображениями.

УСП [1-4] – это станочные приспособления, которые собирают из заранее изготовленных деталей и сборочных единиц без последующей до-работки. Особенностью технологической подготовки производства с применением УСП является то, что вместо специальных приспособлений заводу достаточно иметь универсальный комплект взаимозаменяемых деталей и узлов. При необходимости из них получают разнообразные приспособления для выполнения конкретных операций. По окончании обработки партии заготовок приспособление разбирают на составляющие его детали, которые используют для компоновки других приспособлений, предназначенных для выполнения иных операций.

Основным методом сборки УСП является целенаправленный отбор отдельных стандартных деталей на основе типовых сочетаний или опыта технолога, согласно операционным эскизам из технологической карты.

В данном методе можно выделить несколько ключевых этапов:

1. Анализ данных технологической операции (форма, материал и количество обрабатываемых заготовок, вид обработки, технологические требования к детали, тип оборудования) и определение технологических баз;
2. Сборка базовых деталей, подбираемых в зависимости от размеров и количества одновременно обрабатываемых заготовок;
3. Ориентация заготовки на базовых деталях, подбор опорных или установочных деталей;
4. Взаимная фиксация деталей УСП, их выверка;
5. Установка (базирование и закрепление) на собранное приспособление заготовки.

В работе представлены отобранные источники по применению УСП, даны иллюстрации этапов сборки нескольких приспособлений и анализ закономерностей отбора стандартных деталей набора УСП.

В соответствии с опробованной методикой успешно впервые выполнена лабораторная работа по дисциплине «Технологическая оснастка» со студентами четвертого курса.

Выводы. В результате проделанной работы:

- произведена систематизация комплекта УСП, полученного с завода ИФО;
- опробована методика сборки различных приспособлений на базе отдельных деталей УСП;
- разработана методика проведения лабораторных работ по курсу «Технологическая оснастка» с применением универсально-сборных приспособлений;
- впервые подготовлена и проведена лабораторная работа со студентами по сборке УСП для различных вариантов заготовок и операций;

• во время лабораторной работы студенты сформировали новые компетенции по работе со станочными приспособлениями.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Кузнецов В.С.* Универсально-сборные приспособления. Альбом монтажных чертежей / В.С. Кузнецов, Б.А. Пономарев. М.: «Машиностроение», 1974. 156 с.
2. Универсально-сборные приспособления (УСП) с пазами 12 мм [Электронный ресурс]: Южно-Уральский Завод Универсально-Сборных Приспособлений и Технологической Оснастки (ЮУЗ УСПиТО). Режим доступа: <http://uspto.ru/usp12.html>
3. *Калачёв О.Н.* Особенности создания в CAD/CAM Cimatron параметрических моделей технологической оснастки // Информационные технологии. 2000. № 6. С. 14-18.
4. *Калачёв О.Н.* Методика использования CAD/CAM Cimatron для интерактивного проектирования сборок технологической оснастки / О.Н. Калачёв, Е.И. Яблочников // Приборы и системы. Управление, контроль, диагностика. 2001. № 12. С. 7-11.

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ САПР AUTODESK AUTOCAD И BLENDER 2.80

А.В. Крыцков, О.Н. Калачев

Научный руководитель – **О.Н. Калачев**, канд. техн. наук, доцент

Ярославский государственный технический университет

Проведено исследование функционала профессионального свободного и открытого программного обеспечения Blender 2.80 для создания трёхмерной компьютерной графики, включающее в себя средства моделирования, скульптинга, анимации, симуляции, рендеринга, постобработки и монтажа видео со звуком, компоновки с помощью «узлов» (Node Compositing), а также создания 2D-анимаций. В сравнении с САПР AutoCAD выявлены преимущества и недостатки данной системы, проанализированы возможности применения Blender в машиностроении, а также в дизайне и прикладных направлениях.

Ключевые слова: Blender 2.80, 3D-моделирование, машиностроение, САПР, Autodesk AutoCAD, рендеринг, скульптинг.

COMPARATIVE ANALYSIS OF CAD AUTODESK AUTOCAD AND BLENDER 2.80

A.V. Krytskov, O.N. Kalachev

Scientific Supervisor – **O.N. Kalachev**, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor

Yaroslavl State Technical University

A study of the functionality of the professional free and open source software Blender 2.80 for creating three-dimensional computer graphics, which includes tools for modeling, sculpting, animation, simulation, rendering, post-processing and editing video with sound, layout using " nodes " (Node Compositing), as well as creating 2D animations. In comparison with autocad CAD, the advantages and disadvantages of this system are revealed, and the possibilities of using Blender in mechanical engineering, as well as in design and application areas are analyzed.

Keywords: Blender 2.80, 3D modeling, mechanical engineering, CAD, Autodesk AutoCAD, rendering, sculpting.

В современном машиностроении широко используются различные САПР для проектирования и производства продукции, начиная от 2D-эскизов и 3D-моделей до разработки управляющих программ станков с ЧПУ. Одной из этих САПР является Autodesk AutoCAD (рис. 1 и 2) [1].



Рис. 1. Логотип программы AutoCAD

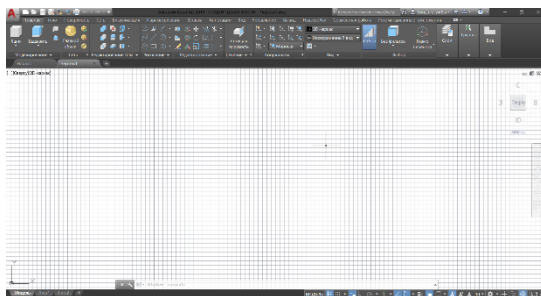


Рис. 2. Интерфейс AutoCAD 2019

AutoCAD в первую очередь используется для создания эскизов и чертежей; в нем присутствуют инструменты визуализации поверхностного моделирования. Однако математическое ядро программы ограничено – отсутствие трехмерной параметризации не позволяет, например, соперничать с САПР Inventor. Тем не менее, AutoCAD получил широкое распространение и используется не только в машиностроении, но и в дизайне и архитектуре [2].

Целью данной работы является выявление недостатков и сложностей при решении определенных задач в AutoCAD, а также освоение программы Blender (рис. 3 и 4) [3].



Рис. 3. Логотип программы Blender

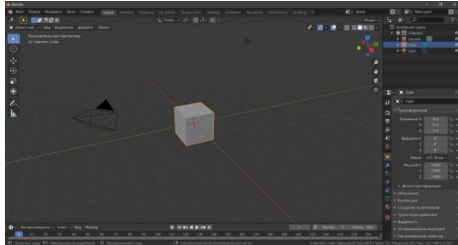


Рис. 4. Интерфейс Blender 2.80

Blender является свободным ПО с открытым исходным кодом, что определяет большое количество пользовательских модификаций и дополнений, которые, в отдельных случаях, существенно расширяют функционал программы, изменяют интерфейс. Свободное ПО означает еще и бесплатное распространение программы, что является неоспоримым плюсом в сравнении с AutoCAD, который требует приобретения лицензии.

Функционал в Blender не ограничивается созданием 2D-эскизов и 3D-объектов путем твердотельного моделирования – используются также методы поверхностного и полигонального моделирования. Применительно к сфере машиностроения подобный функционал может использоваться для создания сложных корпусов с применением поверхностей двойной кривизны. В программу также встроены несколько рендеров, от простых до профессиональных. Их использование помогает получить реалистичные изображения с тенями, трассировкой лучей, постобработкой [4].

В данной системе доступен функционал создания анимаций, за поведение и движение объектов в сцене отвечает физический движок Bullet [5]. Возможна настройка сцены – положение источников света, траектория облета камеры и др. Кроме того, Blender поддерживает базовые функции нелинейного видео и аудио монтажа, работу с хромакеем. До недавнего времени интерфейс программы считался довольно сложным для освоения и изучения. С выходом новых версий интерфейс был существенно перера-

ботан в сторону более удобного использования. Важную роль в упрощении работы с программой имеют комбинации горячих клавиш на основные функции позиционирования, моделирования, рендеринга объектов.

Выводы: В ходе проведенного анализа представлены результаты сопоставления инструментов интерфейса, эффективность применения на тестовых примерах операций поверхностного и твердотельного моделирования. Выявлена возможность применения средств программирования для создания прикладных САПР. Был проведен анализ программы AutoCAD, выявлены недостатки системы – ограниченность функционала, сложное управление и навигация; предложен альтернативный продукт – Blender 2.80. Изучен функционал Blender, включающий в себя 2D, 3D-моделирование (твердотельное, поверхностное, полигональное), визуализацию, рендеринг, анимацию, а также средства монтажа видео и аудио. Предложено использование данной программы в машиностроительной отрасли.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Autodesk AutoCAD [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.autodesk.ru/products/autocad/free-trial>
2. 3D моделирование в AutoCAD [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://autocad-specialist.ru/video-uroki-autocad/s-chego-nachinayetsya-3d-modelirovaniye-v-autocad.html>
3. Blender 2.80 [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.blender.org/download/>
4. Возможности Blender 2.82 [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://yandex.ru/turbo?text=https%3A%2F%2F3ddevice.com.ua%2Fblog%2F3d-printer-obzor%2F3d-redaktor-blender-obzor%2F>
5. Функционал Blender [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://pro-spo.ru/information-required-to-install/3163-blender-redaktor-3d-vozmozhnosti>

ОПЫТ ОРГАНИЗАЦИИ ПРОФОРИЕНТАЦИОННОЙ РАБОТЫ С УЧАЩИМИСЯ ШКОЛ Г. ГАВРИЛОВ-ЯМ НА БАЗЕ КАФЕДРЫ КИ ТМС

А.В. Крыцков, О.Н. Калачев

Научный руководитель – **О.Н. Калачев**, канд. техн. наук, доцент

Ярославский государственный технический университет

Проанализирована необходимость создания специализированных курсов по 3D-моделированию для учащихся старших классов общеобразовательных учреждений среднего образования. Разработана учебная программа курсов с учетом последующего освоения изучаемых САПР на машиностроительных направлениях подготовки ВУЗов, в том числе и на кафедре КИ ТМС ЯГТУ. Проанализировано содержание занятия с учащимися – освоена САПР Autodesk AutoCAD 2017, а именно основы твердотельного моделирования деталей общего машиностроительного назначения, изучен функционал данного ПО в области визуализации и рендеринга; освещена сфера 3D-прототипирования, представленная программой подготовки модели к 3D-печати – слайсер Cura, и принтером Anycubic i3 mega.

***Ключевые слова:** профориентационная работа, 3D-моделирование, общее машиностроение, САПР, Autodesk AutoCAD, 3D-прототипирование, 3D-печать.*

EXPERIENCE IN ORGANIZING CAREER GUIDANCE WORK WITH STUDENTS OF SCHOOLS IN GAVRILOV-YAM ON THE BASIS OF THE DEPARTMENT OF CI TMS

A.V. Krytskov, O.N. Kalachev

Scientific Supervisor – **O.N. Kalachev**, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor

Yaroslavl State Technical University

The necessity of creating specialized courses on 3D modeling for high school students of secondary education institutions is analyzed. The curriculum of the courses has been developed taking into account the subsequent development of the studied CAD systems in engineering specialties of higher education Institutions, including the Department of CI TMS of YSTU. In accordance with the program, classes were held with students-the Autodesk autocad 2017 CAD system - basics of solid-state modeling of General engineering parts, was mastered, and the functionality of this SOFTWARE in the field of

visualization and rendering was studied; the scope of 3D prototyping presented by the model preparation program for 3D printing-the Cura slicer, and the Anycubic I3 mega printer is highlighted.

Keywords: career guidance, 3D modeling, General engineering, CAD, Autodesk AutoCAD, 3D prototyping, 3D printing.

В современном машиностроении все большую роль начинают играть аддитивные технологии. С развитием компьютерной техники появились новые методы конструирования изделий, их анализа и изготовления.

Производственный цикл изделия на передовых предприятиях с применением аддитивных технологий включает в себя построение 3D-модели, расчеты на прочность, жесткость и другие технологические параметры, создание управляющей программы для станка с ЧПУ (в частности, для 3D-принтера).

Профориентационные курсы для учащихся школ Гаврилов-Яма нацелены на ознакомление с современным производством, с применяющимися там технологиями. В подробностях изучаются этапы создания 3D-моделей средствами САПР[5], а также их последующая реализация «в металле» с помощью 3D-принтера. На примере САПР AutoCAD учениками осваиваются основные команды для построения 2D-эскизов и команды получения объемных тел из них (рис. 1 и 2) [1].

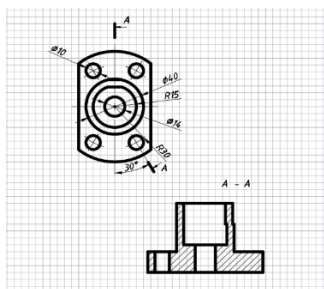


Рис. 1. 2D-эскиз детали

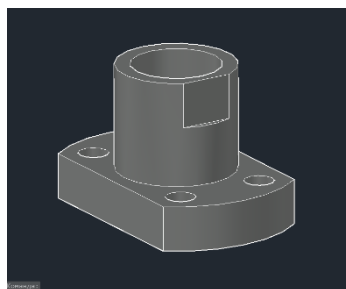


Рис. 2. 3D-деталь

Затрагиваются и особые команды 3D-моделирования, такие как лофт (построение объекта по сечениям; рис. 3) [2].

На рис. 5 и 6 представлены фотографии проведения занятий в рамках курса на кафедре КИ ТМС ЯГТУ.



Рис. 5. Ознакомительное занятие



Рис. 6. В процессе выполнения задания

Выводы. В результате прохождения курса ученики приобрели представление о процессе изготовления деталей на производственном предприятии с использованием аддитивных технологий. Изучены основные этапы производства. Получены начальные навыки моделирования объектов в САПР и их изготовления на 3D-принтере. Данные знания способны стать основой дальнейшего обучения на машиностроительных специальностях вузов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Задания по проекционному черчению / Н.Н. Гладченко, М.М. Яковлева, П.В. Маслеников, Н.Р. Бражников. Ярославль: Изд-во ЯГТУ, 1997.
2. Autodesk AutoCAD [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.autodesk.ru/products/autocad/free-trial>
3. Cura 15.04.6 [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.softslot.com/software-2361-cura-3d-print.html>
4. Обзор 3D-принтера mz3D-256 [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://3dtoday.ru/blogs/sergey/review-3d-printer-mz3d256-small-is-beautiful/>
5. 3D моделирование в AutoCAD [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://autocad-specialist.ru/video-uroki-autocad/s-chego-nachinayetsya-3d-modelirovaniye-v-autocad.html>

**ОРГАНИЗАЦИЯ ПОДГОТОВКИ ПРОИЗВОДСТВА
ИЗДЕЛИЯ В КОРПОРАТИВНОЙ СИСТЕМЕ
ПРЕДПРИЯТИЯ**

В.Р. Кузьмичев, О.Н. Калачев

Научный руководитель – **О.Н. Калачев**, канд. техн. наук, доцент

Ярославский государственный технический университет

Исследованы вопросы информационного обеспечения технологической подготовки производства (ТПП) изделий, поэтапно рассмотрен процесс ТПП. Рассмотрены принципы построения автоматизированной системы ТПП как корпоративной информационной, функционирующей в частном облаке и обслуживающей группу родственных предприятий с помощью общих серверов.

Ключевые слова: ТПП, среда проектирования, САПР, PDM-система, web-сервис, КИС.

**ORGANIZATION OF PRODUCT PRE-PRODUCTION
PROCESS IN THE ENTERPRISE CORPORATE SYSTEM**

V.R. Kuzmichev, O.N. Kalachev

Scientific Supervisor – **O.N. Kalachev**, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor

Yaroslavl State Technical University

Questions of automation of technological preparation of production (CCI) of products are investigated, the process of CCI is considered in stages. The principles of building an automated CCI system as a corporate information system that operates in a private cloud and serves a group of related enterprises using shared servers are considered.

Keywords: technological preparation, design environment, CAD, PDM system, web service, cloud technologies.

Повышение эффективности процессов подготовки производства и своевременное обеспечение данными системы производственного плани-

рования – основные цели создания и внедрения автоматизированной системы технологической подготовки производства (АС ТПП), как базовой составляющей PLM-решения предприятия [1].

Базовыми системами в АС ТПП являются: CAD/ CAM/CAE/PDM – системы [1]. Первичной задачей ТПП является построение геометрической модели проектируемого изделия (рис.1). Именно эта модель используется для последующего решения задач формирования конструкторской документации. Та же модель передается в САЕ-системы, где используется для проведения прочностного анализа и инженерных расчетов (рис. 1). По компьютерной модели, может быть получен физический образец изделия, по которой можно прогнозировать технологические процессы изготовления изделий.

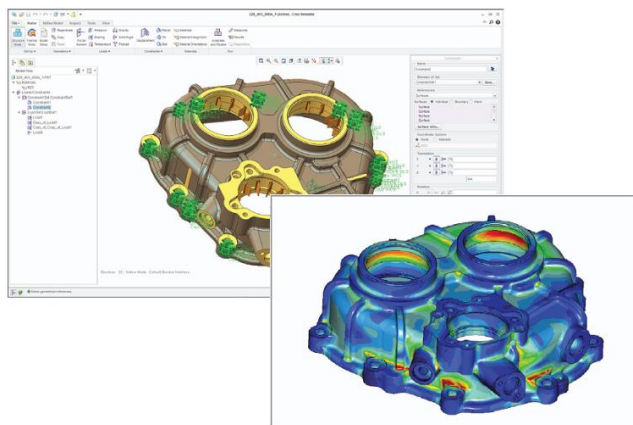


Рис. 1. Модели изделия [2]

Главной целью PDM является устранение несогласованности, упорядочение и координация движения проектной информации внутри предприятия. В ПАО «Автодизель» для информационного обеспечения используется корпоративная информационная система управления (КИСУ) группы ГАЗ, которая включает в себя несколько основных компонентов.

КИСУ ГАЗ – конфигурация для управления технологической подготовки производства, формирует нормативную базу предприятия, включающую описание продукции, техпроцессов и требуемых для производства ресурсов. Система позволяет на этапе ТПП определить материальные и трудовые потребности (по аналогу, по примененным узлам) и осуществлять контроль инженерной подготовки производства новых изделий.

Архив конструкторско-графической информации (КГИ) – инженерная конфигурация по заданию и средствами управления спецификациями,

по совместительству – архив документации в который конструктор подгружает, конструкторские документы (документы с указанием изменения конструкции на изделия) и прилагаемые к ним САД-файлы.

Корпоративный сайт – информационно-справочная подсистема, организующая работу цехов предприятия в едином информационном пространстве (ЕИП), обеспечивая прием информации (рассылка документов), создаваемой на различных этапах жизненного цикла изделия (ЖЦИ).

Результатом внедрения PDM-системы должна стать согласованная коллективная работа всех подразделений предприятия, единая логика, принцип и последовательность работы.

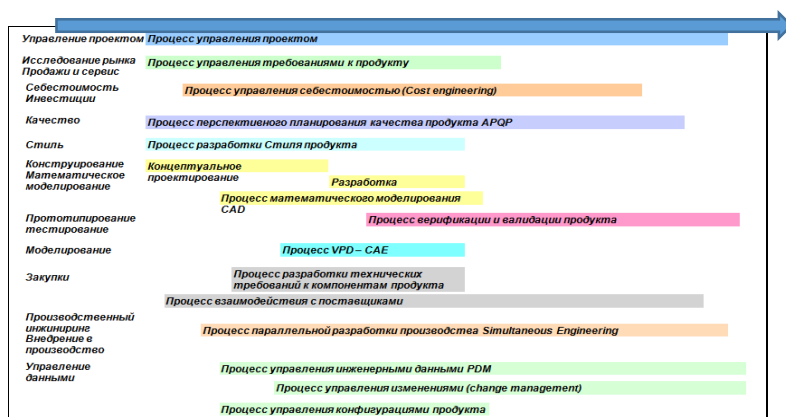


Рис. 2. Схема процессов в PDM-системе

Важную роль в работе системы играет отдел ТПП, так как он отвечает за непосредственное внедрение в производство всех конструкторских решений и изменений. ОТПП выполняет следующие основные функциональные блоки задач:

- ведение графиков ТПП;
- формирование заданий на подготовку производства для техотделов и бюро в соответствии с технологическим маршрутом;
- формирование извещений о внедрении в производство конструкторских и технологических изменений;
- ведение ограничений на производственный состав, вызванных технологией изготовления и закупками изделий, на этапах ТПП и внедрения в производство;

- ведение различных типов опций по альтернативным технологическим маршрутам и сборочным единицам на этапах ТПП и внедрения в производство.

Основной задачей технологов в ОТПП является выпуск технологических извещений на основании документов инженерно-конструкторского центра (ИКЦ). Данные извещения, при условии наличия в них маршрута на обработку и подписи ответственного технолога направления, являются сигналом для цеха о запуске в производство конструкторских изменений.

Для выпуска извещения о внедрении технолог должен проработать пять этапов (состояний) объекта или документа: «Проект ТПП», «Документ основания», «Объекты ТПП», «ИТД проект», «ИТД согласованно». Эти этапы представляют собой стадии жизненного цикла объекта или документа в КИСУ ГАЗ.

Выводы. В данной статье для решения заданий по автоматизации ТПП проанализированы методики построения, функционирования и работы в корпоративных системах. Рассмотрен типовой процесс внедрения конструкторских извещений в производство отделом ОТПП с помощью КИСУ ГАЗ.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Яблочников Е.И. Автоматизация технологической подготовки производства в приборостроении / Е.И. Яблочников, А.В. Пирогов, Ю.С. Андреев. СПб.: ИТМО, 2018. 116 с.
- 2 Сайт компании INAS поставщика программных решений CAD/CAM/CAE/PLM [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.inas.ro/ro/creo-simulate>

АНАЛИЗ УЧАСТИЯ СТУДЕНТОВ КАФЕДРЫ КИ ТМС ВО ВСЕРОССИЙСКОЙ ОЛИМПИАДЕ «Я ПРОФЕССИОНАЛ»

М.Ю. Куликовский, Д.П. Петрова, О.Н. Калачев

Научный руководитель – **О.Н. Калачев**, канд. техн. наук, доцент

Ярославский государственный технический университет

«Я – профессионал» – это масштабная образовательная олимпиада нового формата для студентов разных специальностей: технических, гуманитарных и естественно-научных. В ходе работы проанализированы задания заключительного этапа олимпиады, прошедшего на площадке Санкт-Петербургского политехнического университета. Выявлен перечень проблем, связанных с качественным решением поставленных задач. Выдвинут список основных дисциплин, на изучение которых необходимо сделать упор при подготовке для успешного завершения олимпиадного тура.

***Ключевые слова:** «Я Профessional», задание, перечень проблем, список дисциплин.*

ANALYSIS OF PARTICIPATION OF STUDENTS OF THE DEPARTMENT OF CI TMS IN THE ALL- RUSSIAN OLYMPIAD " I AM A PROFESSIONAL»

M.Yu. Kulikovsky, D.P. Petrova, O.N. Kalachev

Scientific Supervisor – **O.N. Kalachev**, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor

Yaroslavl State Technical University

"I am a professional" is a large -scale educational Olympiad of a new format for students of different specialties: technical, humanitarian and natural science. In the course of the work, the tasks of the final stage of the Olympiad, held at the site of the St. Petersburg Polytechnic University, were analyzed. The list of problems related to the qualitative solution of the set tasks is revealed. A list of the main disciplines that should be emphasized in preparation for the successful completion of the Olympic tour has been put forward.

***Keywords:** "I am a Professional", task, list of problems, list of disciplines.*

Развитие России требует квалифицированных кадров. Олимпиада «Я – профессионал» [1] призвана отобрать лучших студентов по различным направлениям подготовки: техническим, гуманитарным и естественно-научным и создания единой базы молодых профессионалов. Доступ к базе будут иметь рекрутеры крупных компаний, которые выступают партнёрами олимпиады. Они смогут предложить стажировку, практику или пригласить на работу. К участию в олимпиаде приглашаются студенты бакалавриата, специалитета и магистратуры. Лучшие участники получают денежные призы, льготы при поступлении в магистратуру или аспирантуру, а также зарекомендуют себя перед работодателями.

Уже на этапе подготовки к олимпиаде, в ходе анализа заданий демоверсии, было выявлено отсутствие должных знаний по некоторым предметам.

Нами был сделан упор на подготовку, разбор и дополнительное изучение: «Материаловедения» (задания, связанные с детальным разбором диаграммы ои «Железо-цементит»), а также «Теория мехатронных систем» (задания, связанные с написанием программ управления на G-коде).

Однако разработанные в этом году задания были изменены, и основой стали углубленные задачи курса «Детали машин» (в основном сведения о редукторах) и «Технологии машиностроения» (задачи построения размерных цепей), а также «Теория мехатронных систем» (задачи, связанные с автоматизированным производством, робототехника). Примеры даны на рис. 1-5.

задача №6

Кронштейн крепится к стенке четырьмя болтами, установленными с зазором.

Обоснуйте возможность применения болтов М12х60.68, для обеспечения в соединении коэффициента запаса по сцеплению $K = 1.6$, если внешняя нагрузка $F = 3 \text{ кН}$, $D = 250 \text{ мм}$, $a = 200 \text{ мм}$, коэффициент трения $f = 0.2$, требуемый коэффициент запаса прочности болтов $S = 1.8$. Внутренний диаметр резьбы М12 $d_1 = 10.1 \text{ мм}$.

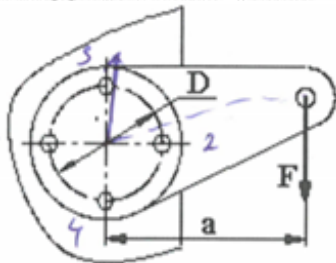


Рис. 1. Задача курса «Детали машин»

Задача №3

Построить размерную цепь, проставить увеличивающие и уменьшающие звенья.

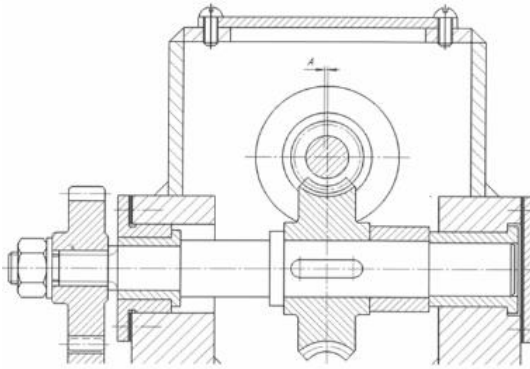


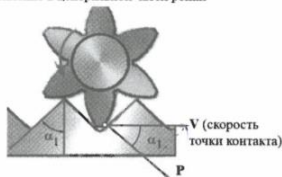
Рис. 2. Задача построения размерной цепи

Стоит отметить, что присутствовали задания, с которыми мы справились на «отлично». Например, с такими как: определение усилий в зубчато-ременной передаче и определения передаточного отношения в зубчато-реечной передаче (первая часть курса «Детали машин»), а также определение процента исправного, неисправного брака и процента годных деталей (начало курса «Основы технологии машиностроения»).

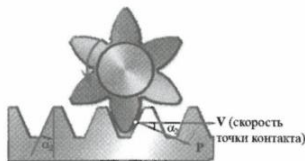
Задача №2

При использовании зубчато-реечной передачи в рулевой системе автомобиля изменяют также форму зуба рейки. В центральной части рейки, соответствующей езде по прямой дороге, профиль зуба треугольный. При этом угол давления α_1 большой и, соответственно, большое усилие надо приложить к рулю при повороте. В периферийной части рейки, соответствующей движению на крутом повороте, профиль зуба трапециевидный, угол давления α_2 меньше и, следовательно, меньше прилагаемое усилие.

Зацепление в центральной части рейки



Зацепление в периферийной части рейки



Определите, во сколько раз изменяется прикладываемое усилие из-за разницы углов давления в центральной и периферийной части рейки, если $\alpha_1 = 45$ град., $\alpha_2 = 15$ град.

Рис. 3. Задача курса «Детали машин»

Задача №4

Определить процент годных деталей, процент исправимого и неисправимого брака.

Исходные данные: Деталь – Втулка; $ES = +0,056$ мм; $EI = +0,021$ мм; x среднее = 0,031 мм; математическое ожидание величины x $\sigma = 0,009$ мм.

Рис. 4. Задача курса «Основы технологии машиностроения»

Задача №1

В 1973 г. шведский инженер Бенгт Илон разработал роликонесущее колесо: по всей окружности колеса он установил ролики под углом 45 градусов к оси колеса.

При размещении колес Илона (или омни-колес) на транспортном средстве обычно каждому колесу устанавливают свой привод. Благодаря этому можно получить необычайную мобильность транспортного средства, которая особенно важна при движении в ограниченном пространстве: на складе, в цехе, между цехами, на авианосце и т.д. Помимо движения вперед-назад можно двигаться влево-вправо, по диагонали, вращаться на месте вокруг своей оси и т.д. Очевидно, что при движении вперед-назад по прямой скорости всех колес должны быть равны.

Определите соотношение скоростей колес 1, 2, 3, 4 при движении транспортного средства влево-вправо и при вращении на месте:

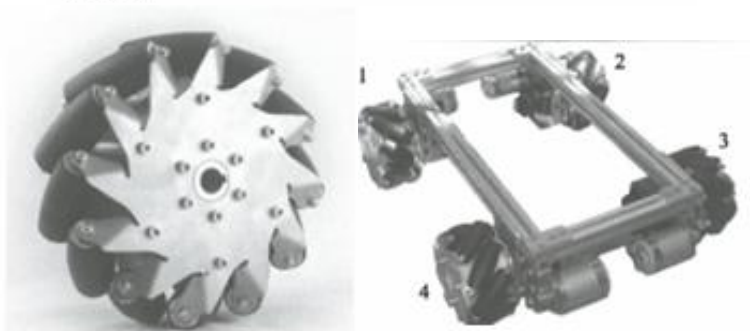


Рис. 5. Задача курса «Теория машин и механизмов»

Олимпиада состояла из двух этапов. На первом, заочном надо было пройти тест из 20 заданий, в ограниченное время, без привлечения дополнительных источников информации.

На втором, в СПб мы размещались изолированно в небольшой аудитории, не допускалось использование любых источников информации, кроме листов с заданием и непрограммируемого калькулятора. На наш

взгляд, мы удачно ответили на большинство заданий. Окончательные результаты будут известны в конце марта – начале апреля 2020 года.



Рис. 6. Заключительный этап олимпиады «Я – профессионал»

Таким образом, на основе вышеизложенного можно сделать выводы об объеме полноценной подготовки к участию в подобных олимпиадах и важности формирования компетенций ряда профессиональных стандартов [2], разработанных работодателями для специалистов уровня бакалавриата и специалитета. В частности – о необходимости углублённого изучения курсов: «Детали машин», «Технология машиностроения», «Робототехника», а детальной проработки курсов: «Материаловедение», «Метрология стандартизация и сертификация», «Теория машин и механизмов».

Дальнейшее участие в подобных олимпиадах, даст надёжную теоретическую базу и высокий уровень формирования компетенций для успешной инженерной деятельности на производстве.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 «Я – Профессионал» [Электронный ресурс]: официальный сайт олимпиады «Я – Профессионал». Режим доступа: <https://yandex.ru/profi/faq>.
- 2 Профстандарт 40.083 Специалист по автоматизированному проектированию технологических процессов [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://classinform.ru/profstandarty/40.083-spetsialist-po-ompiuternomu-proektirovaniu-tekhnologicheskikh-protcessov.html>.

**ИССЛЕДОВАНИЕ ВОПРОСОВ ЦИФРОВОГО
ПРОТОТИПИРОВАНИЯ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ
ЛИТЕЙНОЙ ОСНАСТКИ С ПРИМЕНЕНИЕМ РАЗЛИЧНЫХ
CAD/CAM СИСТЕМ**

И.В. Кучумов, О.Н. Калачев

Научный руководитель – **О.Н. Калачев**, канд. техн. наук, доцент

Ярославский государственный технический университет

Рассматривается специфика разработка цифрового прототипа пресс-формы в системах SolidWorks и NX без использования и с применением специализированного модуля для подготовки пресс-форм. В работе разобраны методики проектирования пресс-форм и сравниваются оба подхода в разных CAD системах.

***Ключевые слова:** CAD, SolidWorks, NX, Mold Wizard, цифровой прототип, литейная оснастка, 3D-модель.*

**STUDY OF DIGITAL PROTOTYPING DESIGN OF FOUNDRY
EQUIPMENT USING VARIOUS CAD / CAM SYSTEMS**

I.V. Kuchumov, O.N. Kalachev

Scientific Supervisor – **O.N. Kalachev**, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor

Yaroslavl State Technical University

The specifics of the development of a digital mold prototype in SolidWorks and NX systems without using and using a specialized module for preparing molds are considered. In this paper, mold design techniques are analyzed and both approaches are compared in different CAD systems.

***Keywords:** CAD, SolidWorks, NX, Mold Wizard, digital prototype, casting equipment, 3D-model*

Литье под давлением является эффективным методом получения заготовок, который широко используется в промышленности. Одним из основных недостатков этого способа изготовления заготовок является высокая трудоёмкость проектирования оснастки. Вопросам повышения производительности проектирования посвящена данная работа.

В настоящее время, чтобы предприятие было конкурентоспособным ему требуется использовать максимально широкий спектр современных компьютерных технологий [1]. К ним относятся различные системы автоматизированного проектирования и их модули. Желательно, чтобы они использовались интегрировано, т.е. различные этапы работы были взаимосвязаны между собой, а при их выполнении применялась одна и та же 3D-модель изделия. В соответствии с этими соображениями на рис. 1 представлена схема реализации проектных работ.

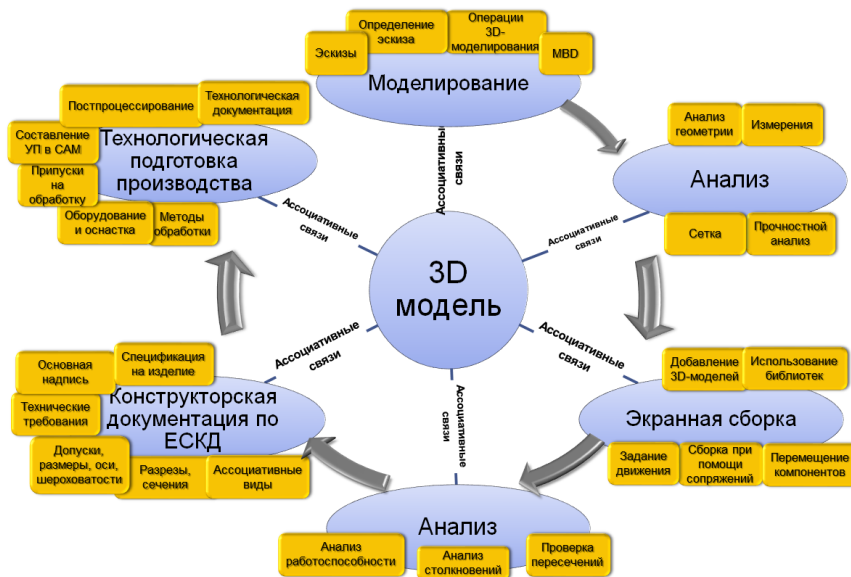


Рис. 1. Реализация парадигмы цифрового проектирования

При проектировании пресс-форм необходимо предложить ряд конструктивных решений: как расположить полость под отливку, сколько необходимо полостей, как должна быть организована выталкивающая система пресс-формы, конфигурации системы распределения расплавленного металла, адаптации пресс-формы под особенности конкретного производства. При этом реализация элементов формопакета в виде 3D-модели крайне трудоемкий процесс ввиду большого количества деталей.

Проектирование пресс-формы, независимо от применяемого способа, начинается с создания 3D-модели детали, созданная деталь в ходе выполнения работы показана на рис. 2. Далее деталь преобразуется в прототип отливки с помощью различных операций 3D-моделирования, которыми обладает САД-система необходимо добавить литейные радиусы и

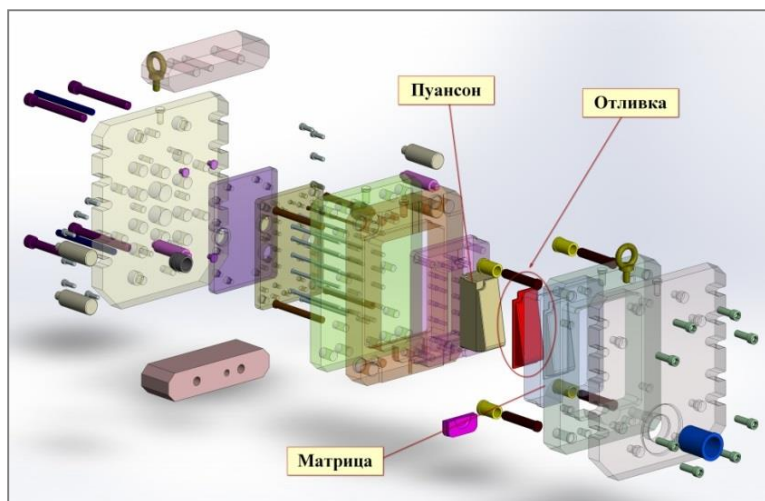
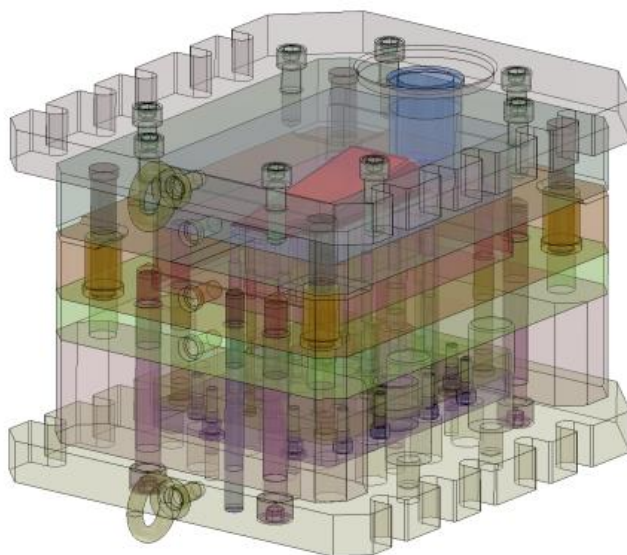


Рис. 3. 3D-модели деталей пресс-формы



**Рис. 4. Цифровой прототип пресс-формы
для литья под давлением**

Альтернативный способ проектирования после создания 3D-модели отливки предполагает использование специализированного модуля. В таком модуле при подготовке формообразующих деталей (матрицы и пуансона) достаточно указать положение плоскости разъёма пресс-формы, задается линия разъема, причем она может иметь сложную конфигурацию, после чего генерируются матрица и пуансон. Этап создания 3D-моделей остальных деталей пресс-формы и необходимость экранной сборки отсутствуют (рис. 5). Детали формопакета, выбираются из унифицированных каталогов.

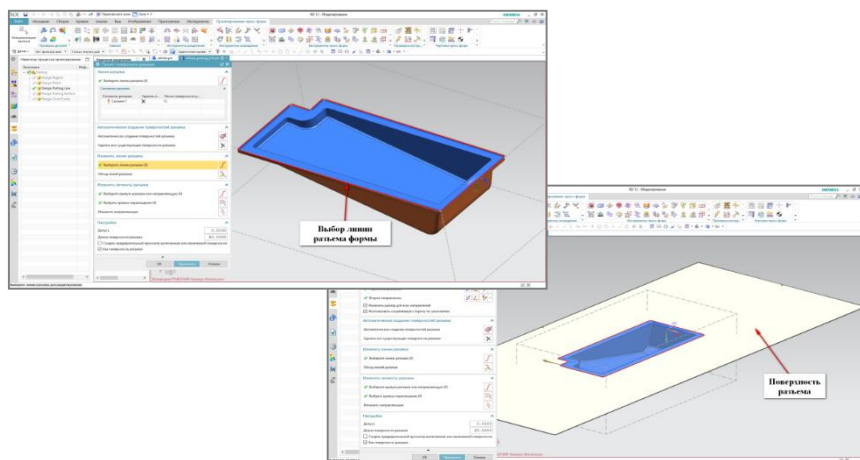


Рис. 5. Использование инструментов разделения

Нами сопоставлялись возможности двух CAD/CAM систем для проектирования оснастки. Приводятся данные по особенностям выполнения этапов проектирования, делаются выводы об их эффективности.

Таким образом, в ходе данной работы по заданию базового предприятия был создан цифровой прототип пресс-формы для литья под давлением алюминиевой детали и освоена методика проектирования пресс-форм с применением специализированных средств модуля Mold Wizard в NX.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Калачев О.Н.* Компьютерно-интегрированное проектирование в среде NX 7.5 при изготовлении литейной оснастки в рамках учебного процесса на кафедре технологии машиностроения / О.Н. Калачев, А.В. Карулин, В.А. Трошин // CAD/CAM/CAE Observer. Рига, 2011. № 8. С. 77-82.
2. *Калачев О.Н.* Особенности методики экранной сборки цифрового прототипа в CAD Inventor Autodesk / О.Н. Калачев, О.А. Екимов // Сборка в машиностроении, приборостроении. 2016. N 3. С.3-6.
3. *Кучумов И.В.* Особенности проектирования цифрового прототипа заводского прототипа заводской литейной оснастки / И.В. Кучумов, О.Н. Калачев // Семьдесят вторая всероссийская научно-техническая конференция студентов, магистрантов и аспирантов высших учебных заведений с международным участием. 24 апреля 2019 г., Ярославль: сб. материалов конф. В. 3 ч. Ч. 2 [Электронный ресурс]. Ярославль: Изд-во ЯГТУ, 2019. 1144 с. С. 257-260.
4. *Rees, Herbert* Understanding injection mold design / Herbert Rees. Munich: Cincinnati: Hanser Gardner, 2001. P. 125.
5. Siemens PLM Software [Электронный ресурс] / NX for Design. Режим доступа: <https://www.plm.automation.siemens.com/global/ru/products/nx/nx-for-design.html>. Дата обращения 10.02.2020
6. SolidWorks [Электронный ресурс] / SOLIDWORKS 3D CAD. Режим доступа: <https://www.solidworks.com/product/solidworks-3d-cad>. Дата обращения 23.01.2020.

**РАЗРАБОТКА УНИВЕРСАЛЬНОЙ ТЕХНОЛОГИИ
ИЗГОТОВЛЕНИЯ ТРУБОК НА ПАО «АВТОДИЗЕЛЬ»
С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СТАНКА С ЧПУ**

В.Д. Удальцов

Научный руководитель – **О.Н. Калачев**, канд. техн. наук, доцент

Ярославский государственный технический университет

Рассматриваются особенности базовой технологии изготовления трубок и возможность перехода на новую технологию изготовления с применением трубогибочного станка с ЧПУ.

Ключевые слова: гибка трубок, трубогибочный станок, специализированная оснастка для гибки.

**DEVELOPMENT OF A UNIVERSAL TECHNOLOGY OF TUBE
MANUFACTURING AT «AUTODIESEL» PJSC USING A CNC
MACHINE**

V.D. Udaltsov

Scientific Supervisor – **O.N. Kalachev**, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor

Yaroslavl State Technical University

The features of the basic technology for manufacturing tubes and the possibility of transition to a new manufacturing technology and the use of a CNC tube bending machine are considered.

Keywords: tube bending, pipe bending machine, specialized equipment for bending.

Отличительной особенностью производства трубок на ПАО «Автодизель» является гибка сборных трубок после установки наконечника (припаянный фланец, напрессованный наконечник, гайки и др.) или же с деформированным окончанием (накатка, развальцовка). Примеры типовой номенклатуры сборных трубок представлены на рис. 1.

Базовая технология гибки труб предполагает использование уникального оборудования собственной разработки, состоящей из специального пневматического пресса и оснастки в виде штанги и поворотной шайбы с упорами. Рабочим трубка укладывается упором в штангу, осуществляется первый гиб, затем трубку переворачивают и отогнутой частью устанавливают в упоры на штанге по мере обработки трубки.

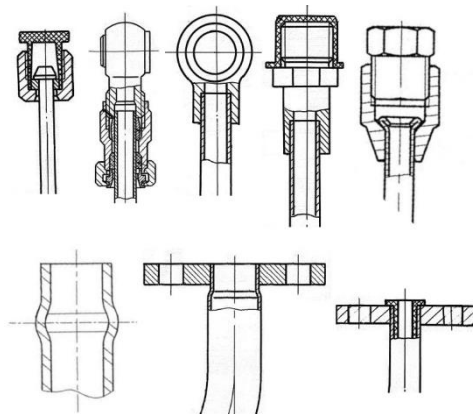


Рис. 1. Типовые наконечники труб

Анализируя базовую технологию, можно выявить следующие недостатки:

- Затраты на изготовление гибочной и контрольной оснастки. Под каждую трубку создается своя собственная непереналаживаемая под другую трубку оснастка. Помимо затрат, данные приспособления занимают достаточно много места в цехе;

- Длительный процесс обработки в связи с постоянной переустановкой (на трубках с 10 гйбами соответственно 10 переустановок) и, в некоторых случаях, гибом механическим способом;

- Некоторые гйбы (на угол более 120°) невозможно осуществить на имеющемся оборудовании, потому данные гйбы производятся рабочим вручную на специальных приспособлениях механически.

Исходя из анализа базовой технологии, потребностей производства и экономических расчётов, было принято решение о переходе на новую технологию с использованием 4-координатного трубогибочного станка с ЧПУ SOCO SB-30x4A-2S.

Станок рассчитан на гиб «голой» трубы (без наконечника), поэтому основной задачей по внедрению станка является создание специализиро-

ванной оснастки. Предполагается использование следующих типов специальной оснастки: для трубок с фланцем на гибочной головке устанавливается опора, базирующая фланец в пространстве по одной/двум плоскостям; для трубок с наконечниками и гайками в цанговом патроне установлены базирующие упоры, а также предусмотрены полости в гибочной головке и в губках цангового патрона (которые также подходят и для трубок с развальцованными или накатанными окончаниями). Учитывая номенклатуру изготавливаемых трубок, оснастка станка состоит из 7 комплектов на 7 типоразмеров (диаметров), что охватывает около 80% всей номенклатуры изделий.

Для контроля изготовленной трубки установлена специальная измерительная «рука», действующая по принципу, схожим с ручным 3D-сканером. Отсканированная трубка сопоставляется с исходной 3D-моделью и производится сравнение на отклонения в рамках заданных допусков по программе. Коррективы в программу на основе сравнения отправляются по сети либо на рабочее место технолога, либо сразу на компьютер системы управления станком к наладчику.

Система управления позволяет перед обработкой просмотреть на экране симуляцию обработки и 3D-модель трубки. Сам процесс обработки можно проводить в пошаговом (для наладки) и автоматическом (для обработки) режимах. Наличие взаимного перехода между системами координат XYZ и YBC не вызывает конфликта между технологом и наладчиком.

Характерным параметром, по которому можно сравнить базовую и новую технологии, можно определить время обработки одной детали. Сводная информация с учетом особенностей трубок представлена в табл. 1.

Таблица 1. Сравнение времени обработки

№	Характеристика	Отличительные особенности	T ₀ , мин	
			Базовое	Новое
1	Без наконечника, 10 гибов, Ø12 мм	Последний гиб на 150°	2,11	0,93
2	3 гига, Ø22 мм	Один из концов с фланцем	0,57	0,23
3	4 гига, Ø6 мм	Один конец с наконечником, другой накатанный	0,82	0,51

Таким образом, обработка на станке с ЧПУ позволяет сократить время изготовления приблизительно в 2 раза, данный показатель варьируется в зависимости от особенностей самой трубки. Полностью исключаются затраты на изготовление гибочной оснастки (кроме специальной для

нового оборудования, что описано выше) и контрольной оснастки. Взаимосвязь станка, мерительной «руки» и рабочего места технолога позволяет частичный контроль над производственным процессом гибки трубок.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ковка и штамповка: Справочник: в 4 т. Т. 4 Листовая штамповка / Под ред. А.Д. Матвеева. М.: Машиностроение, 1985-1987. 544 с.

УДК 621.9.014.001.24:631.3

ПРОЕКТИРОВАНИЕ В CAD/CAM CREO ЦИФРОВОЙ МОДЕЛИ ШТАМПА И ТЕХНОЛОГИИ ЕГО ИЗГОТОВЛЕНИЯ

Н.В. Филиппов, О.Н. Калачев

Научный руководитель – **О.Н. Калачев**, канд. техн. наук,
доцент

Ярославский государственный технический университет

Рассматриваются особенности создания 3D-модели штампа в CAD модуле программы CREO Parametric и создание траектории обработки в CAM модуле.

Ключевые слова: CAD, CAM, CREO, управляющая программа, штамп.

CAD/CAM CREO DESIGN OF A DIGITAL STAMP MODEL AND ITS MANUFACTURING TECHNOLOGY

N.V. Filippov, O.N. Kalachev

Scientific Supervisor – **O.N. Kalachev**, Candidate of Technical
Sciences, Associate Professor

Yaroslavl State Technical University

We consider the features of creating a 3D model of a stamp in the CAD module of the CREO Parametric program and creating a processing path in the CAM module.

Keywords: CAD, CAM, CREO, control program, stamp.

Объемная штамповка представляет собой процесс изготовления поковок в штампах, имеющих полость, заполняемую металлом. Позволяет получить поковки сложной формы.

Выполнено построение твердотельной 3D-модели детали «Головка штока» (рис. 1). Для построения используем команды «Вытянуть», «Скругление», «Уклон», «Отразить зеркально».

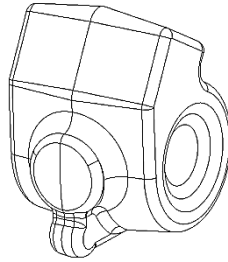


Рис. 1. 3D-модель головки штока

Проектируемый в Сгео Штамп должен содержать подкатной, черновой и чистой ручки. В каждом из них осуществляется необходимое формоизменение заготовки с постепенным приближением к окончательной форме и размерам поковки. Таким образом, создание ручки – основная задача проектирования штампа. Построение выполнялось по следующим этапам:

1. Тело каждой половины штампа выполняется многократным применением команды «Вытянуть» (рис. 2): выбираем необходимую плоскость, на ней строим эскиз контура, который далее вытягиваем на нужную высоту.

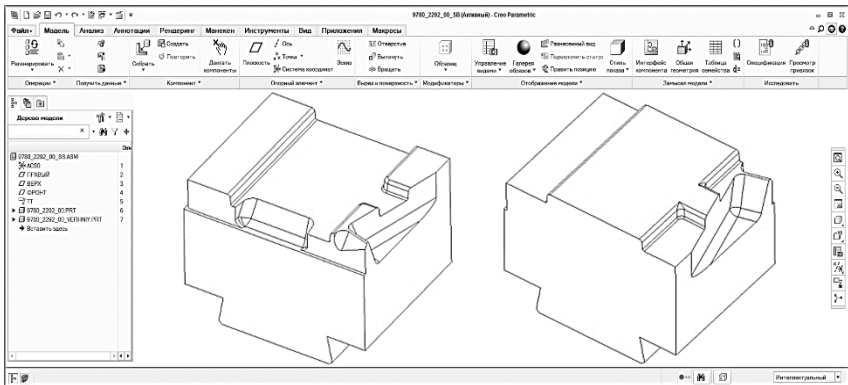


Рис. 2. Нижняя и верхняя половины штампа

2. Создание подкатного ручья выполняется командами «Эскиз» и «Протянуть». Командой «Эскиз» строим траекторию, которой будет следовать протягиваемое сечение (рис. 3).

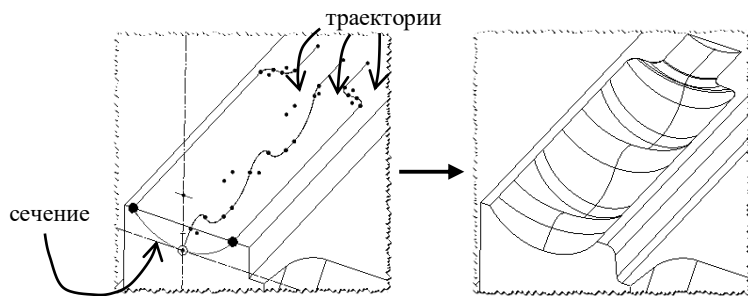


Рис. 3. Эскиз и результат протягивания

3. Для создания ручьев используем 3D-модель поковки: в рабочем пространстве каждой из половин штампа, командой «Внешнее вычитание» создаются четыре полости, то есть ручки (рис. 4).

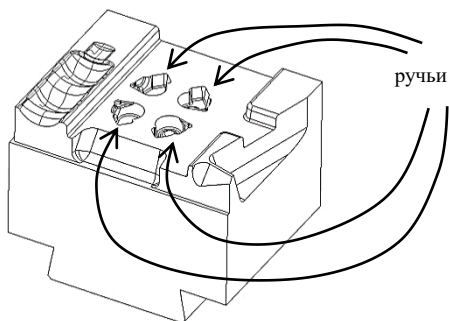


Рис. 4. Нижний штамп с созданными ручьями

«Внешнее вычитание» использует вычитаемую модель, взятую из другого файла. В данном случае – модель поковки. Эту модель можно видоизменять, при этом изменения будут соответственно отражаться на вычитенном материале.

4. Окончательный вид штамп приобретает после команд «Скругление» и создания полости под облой командой «Вытянуть». Верхний штамп формируется аналогично нижнему, то есть создается его тело, в котором выполняются ручьи. Результат создания обеих половин представлен на рис. 5.

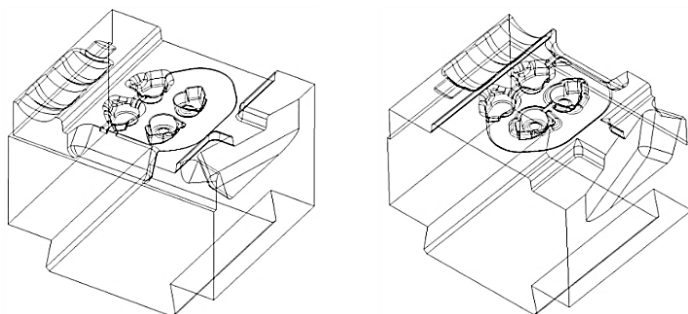


Рис. 5. Нижний и верхний штампы

После завершения конструирования в САМ модуле выполняем построение траектории хода инструмента, в данном случае используются концевые фрезы диаметрами 20, 10, 8 и 6 мм с радиусом режущей кромки 5, 5, 4 и 3 мм соответственно. Изначально создается заготовка штампа: командой «Ссылочная модель» открываем модель половины штампа в САМ модуле, командой «Наследовать заготовку» также открываем эту модель и совмещаем их. В дереве модели наследованной заготовки выполняем поиск необходимых примитивов (они имеют наименование «Вычитание», «Скругление», «Вытягивание», «Отражение») и «подавляем» их. В результате «подавленные» примитивы исчезнут из тела штампа, то есть штамп приобретет вид, как до их создания (рис. 6). «Подавленный» примитив/элемент станет недоступен визуально, однако останется в дереве модели. Таким образом, мы оставляем для программы образ детали, которую нужно получить, путем снятия припуска с заготовки.

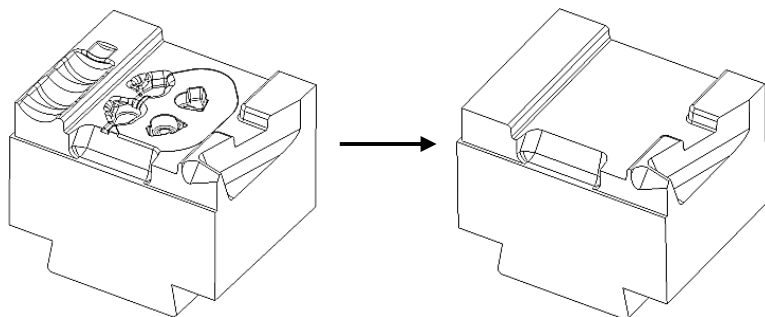


Рис. 6. Создание заготовки «подавлением»

Выбираем трёхосевой фрезерный обрабатывающий центр, задаем инструмент, создаем окно фрезерования, внутри которого программа выполняет расчет траектории. Непосредственно траектория получается в ходе работы команд «Черновая обработка», далее «Получистовая обработка» в два перехода и «Чистовое фрезерование». Результат ее расчета представлен на рис. 7. Созданная системой CREO траектория инструмента записывается в виде-файла CL. Для того чтобы этот файл стал «понятен» для реального обрабатывающего центра или станка, его необходимо обработать постпроцессором. В результате получаем управляющую программу (УП), сохраненную в формате .txt, что и является целью работы САМ системы.

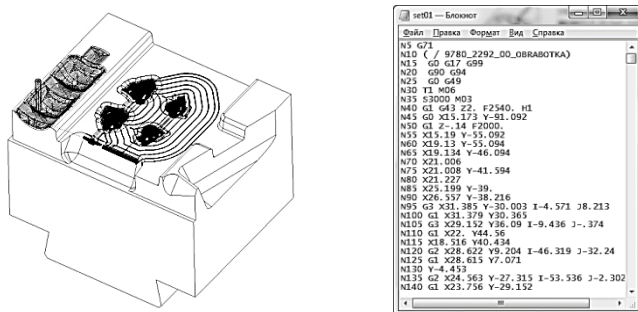


Рис. 7. Траектория обработки и фрагмент УП

Таким образом, при проектировании, в освоённой программе CREO, были изучены основные принципы построения цифровых прототипов штампов, траектории обработки. Рассмотрены особенности создания заготовок, которые заключаются в использовании ссылок на внешние файлы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Официальный сайт компании PTC [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.ptc.com.ru>.
2. Технологические процессы в машиностроении: учебник / А.Г. Схиртладзе, С.Г. Ярушин. Старый Оскол: ТНТ, 2014. 524 с.
- 3 Web-страница кафедры «Компьютерно-интегрированная технология машиностроения» [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://tms.ystu.ru>

СРАВНЕНИЕ И АНАЛИЗ РАЗМЕРНЫХ СХЕМ С ПОМОЩЬЮ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ KON7

И.В. Поздняков, О.Н. Калачев

Научный руководитель – **О.Н. Калачев**, канд. техн. наук,
доцент

Ярославский государственный технический университет

Проведено исследование функционала САРР программного обеспечения KON7 для расчета размерных цепей. Выявлены особенности в расстановке элементов размерных цепей на размерной схеме.

***Ключевые слова:** KON7, размерные цепи, машиностроение, размерный анализ.*

COMPARISON AND ANALYSIS OF DIMENSIONAL DIAGRAMS USING KON7 SOFTWARE

I.V. Pozdnyakov, O.N. Kalachev

Scientific Supervisor – **O.N. Kalachev**, Candidate of Technical
Sciences, Associate Professor

Yaroslavl State Technical University

A study of the functionality of the software KON7 for calculating dimensional chains was conducted. The features in the arrangement of elements of dimensional chains on the dimensional scheme are revealed.

***Keywords:** KON7, dimensional chains, engineering, dimensional analysis.*

Важнейшим этапом проектирования технологического процесса механической обработки деталей является расчет операционных размеров, допусков, припусков, допустимых отклонений формы и положения поверхностей. Такого рода расчеты требуют размерного анализа вариантов технологического процесса (ТП). Задачи по размерному анализу механической обработки должны решаться в комплексе работ по технологической подготовке производства (ТПП). В результате размерного анализа выбирается такой вариант технологического процесса,

который обеспечивает выполнение технических требований чертежа с наибольшей эффективностью [1- 3].



Рис. 1. Логотип программы KON7

Программа KON7 [1] предназначена для диалоговой подготовки в текстовом режиме (числовой ввод, в отличие от GraKON) исходных данных и последующего анализа размерной структуры ТП.

Программа KON7 выполняет расчет по методу max-min и обладает следующими характерными возможностями:

- .. задание на один или несколько технологических размеров «допусков пользователя», учитывающих реальную точность оборудования – по усмотрению технолога, в обход нормативной базы данных программы;
- .. ввод гарантированного минимального припуска на обработку одной или нескольких поверхностей в случае невозможности реализации заниженных, расчетных значений припусков по производственным условиям получения заготовки;
- .. моделирование размерных изменений заготовки при обработке с количеством технологических размеров не менее 300;
- .. адаптация нормативной базы данных по допускам методов механообработки и получения заготовки, а также составляющим элементам припусков на обработку;
- .. настройка степени полноты вывода результатов проектирования на экран и на печать;
- .. интеллектуальная диагностика исходных данных на этапе ввода.

Основные соображения, которыми целесообразно руководствоваться при выборе баз для обработки заготовок, как известно из литературы, следующие:

1. Следует по возможности использовать принцип совмещения баз, т.е. в качестве технологических баз выбирать поверхности, являющиеся одновременно конструкторскими и измерительными базами. При выборе баз технолог должен анализировать не только рабочие, но и сборочные чертежи деталей.

2. Следует соблюдать принцип постоянства баз и в ходе обработки на всех основных операциях техпроцесса использовать одни и те же поверхности. Когда постоянство не может быть обеспечено, то в качестве новой технологической базы выбирают более точно обработанные поверхности.

3. Технологическая база должна обеспечивать достаточную устойчивость и жесткость установки заготовки в приспособлении. Это достигается соответствующими размерами и качеством базовых поверхностей, а также их взаимным расположением.

4. При выборе технологической базы необходимо обеспечить соответствующую ориентацию заготовки в приспособлении.

Теория базирования является общей и распространяется на все тела, которые могут рассматриваться как твердые, и на всех стадиях производственного процесса: механическая обработка, транспортирование, измерения, сборка и т.д.

С использованием данной программы был произведен размерный анализ заданной детали, приведенной на рис. 2.

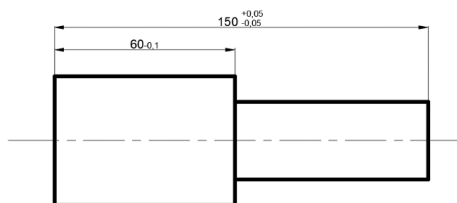


Рис. 2. Деталь, которую необходимо изготовить в ходе ТП

Исходя из логики реального производства, общий припуск необходимо срезать двухступенчатой обработкой. Составляется размерная схема первого варианта ТП на рис. 3.

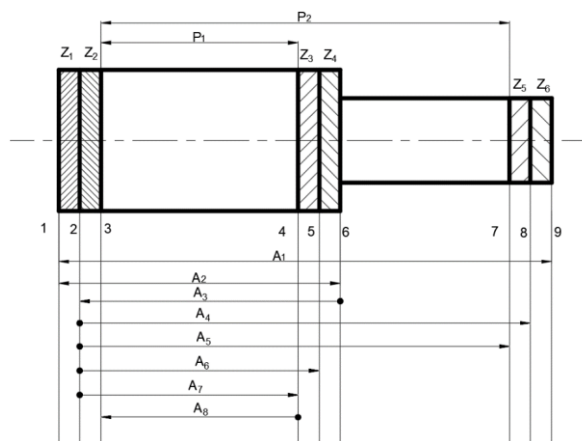


Рис. 3. Размерная схема для первого варианта

Подставив необходимые значения в диалоговые окна KON7, получаем результаты, представленные на рис. 4, 5.

Таблица 2
Результаты расчета - уравнения размерных цепей

Номер решения	Неизв. звено	Уравнения в символической форме
1	A8	$P1 = +A8$
2	A7	$Z2 = -A8 + A7$
3	A5	$P2 = -A7 + A5 + A8$
4	A6	$Z3 = -A7 + A6$
5	A3	$Z4 = -A6 + A3$
6	A4	$Z5 = -A5 + A4$
7	A2	$Z1 = -A3 + A2$
8	A1	$Z6 = -A2 - A4 + A1 + A3$

Рис. 4. Таблица 2 «Результаты расчета – уравнения размерных цепей» первый вариант

На рис. 4 видно, что принцип «единства баз» не выполняется, а следовательно, и последующий расчёт не будет идти корректно.

Расчётный допуск звена A5 отрицательный или много меньше технологического.
Необходимая точность замыкающего звена не обеспечивается
Расчёт прерывается
Номер решения последней цели= 3. Справка: DT= 0.080, DR=-0.020
Внимание!!! С целью анализа возникшей ситуации расчёт повторяется заново, при этом снимается ограничение по допуску: на искомое звено A5 назначается жесткий расчётный допуск, значительно меньший, чем технологический

Рис. 5. Сообщение о том, что расчет прерывается

Так как расчет прерывается, необходимо рассмотреть новый вариант расположения баз, составить новую размерную схему, представленную на рис. 6, и произвести новый расчет.

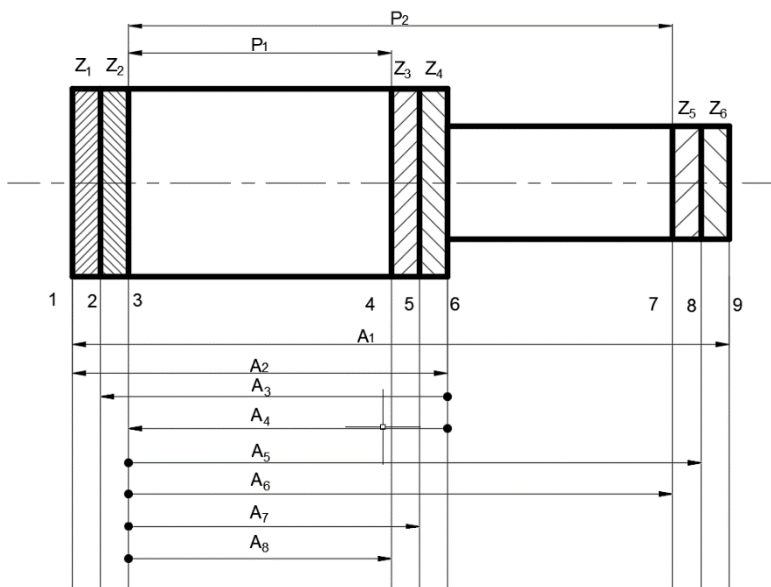


Рис. 6. Размерная схема для второго варианта

Произведенный расчет представлен на рис. 7, 8. На них видно, что расчет завершен «до конца» (до таблицы 3), поскольку принцип единства баз выполняется.

Результаты расчета – уравнения размерных цепей Таблица 2

Номер решения	Неизв. звено	Уравнения в символьной форме
1	A_8	$P_1 = +A_8$
2	A_6	$P_2 = +A_6$
3	A_7	$Z_3 = -A_8 + A_7$
4	A_5	$Z_5 = -A_6 + A_5$
5	A_4	$Z_4 = -A_7 + A_4$
6	A_3	$Z_2 = -A_4 + A_3$
7	A_2	$Z_1 = -A_3 + A_2$
8	A_1	$Z_6 = -A_2 - A_5 + A_1 + A_4$

Рис. 7. Таблица 2 «Результаты расчета – уравнения размерных цепей» второй вариант

Замыкающие звенья				Составляющие звенья						
Р-черт.размер, Z-припуск										
Ин-декс звена	Гра-ницы звена	Предел значения		Ин-декс звена	Гра-ницы звена	Метод обработки	Номинал	кон7-Отклонения		
		max	min					Верхнее	Нижнее	
P1	<u>3</u>	4	60.000 59.900	A1	9	1 литьё чугуна и стали в <u>земл.фор</u>	156.750	1.000	-1.000	
P2	<u>3</u>	7	150.050 149.950	A2	1	6 литьё чугуна и стали в <u>земл.фор</u>	63.870	0.800	-0.800	
Z1	<u>1</u>	2	--- 0.800	A3	6	2 точение с зам-ром от <u>необр.пов</u>	61.530	0.740	0.000	
Z2	<u>2</u>	3	--- 0.360	A4	6	3 точение тонкое	61.110	0.060	0.000	
Z3	<u>4</u>	5	--- 0.360	A5	3	8 точение с зам-ром от <u>необр.пов</u>	150.390	1.000	0.000	
Z4	<u>5</u>	6	--- 0.050	A6	3	7 точение тонкое	149.950	0.080	0.000	
Z5	<u>7</u>	8	--- 0.360	A7	3	5 точение с зам-ром от <u>необр.пов</u>	60.320	0.740	0.000	
Z6	<u>8</u>	9	--- 0.800	A8	3	4 точение тонкое	59.900	0.060	0.000	

Рис. 8. Результаты расчета с полученными размерами ТП

Выводы. Численным анализом установлено, что выбор технологических баз влияет на выбор рациональной размерной схемы проектируемого ТП.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Веб-страница кафедры КИ ТМС. Программа KON7 [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://tms.ystu.ru/kon7_help.htm
2. Методические указания по использованию KON7 [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://tms.ystu.ru/publkon/mu-1110.pdf>
3. Веб-страница кафедры КИ ТМС. Размерный анализ ТП и расчёт технологических размеров на базе программы построения и решения технологических размерных цепей KON7 [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://tms.ystu.ru/stud/alexsandr_sapr_88.pdf

РАЗРАБОТКА КОНСТРУКЦИИ МОБИЛЬНОГО СТАНКА С ЧПУ ДЛЯ ОБТОЧКИ БАНДАЖЕЙ (КОЛЁС) КОЛЁСНЫХ ПАР

М.Ю. Куликовский, А.М. Шапошников

Научный руководитель – **А.М. Шапошников**, канд. техн. наук,
доцент

Ярославский государственный технический университет

Представлена качественная оценка узлов агрегатов электропоездов. Выявлен максимально уязвимый узел – колёсные пары. Установлена причинно-следственная связь между отказом узла, который повлечёт за собой отказ электропоезда и влияющими на узел факторами. Приведены основные неисправности в ходе эксплуатации узла. Описана ситуация устранения неисправности на сегодняшний момент. Предложена конструкция мобильного станка с ЧПУ для обточки бандажей (колёс) колёсных пар.

Ключевые слова: Качественная оценка, уязвимый узел, колёсная пара, неисправность, мобильный станок, обточка бандажей (колёс), ЧПУ.

DEVELOPMENT OF THE DESIGN OF A MOBILE CNC MACHINE FOR TURNING BANDAGES (WHEELS) OF WHEEL PAIRS

M.Yu. Kulikovsky, A.M. Shaposhnikov

Scientific Supervisor – **A.M. Shaposhnikov**, Candidate of Technical
Sciences, Associate Professor

Yaroslavl State Technical University

A qualitative assessment of the components of electric train units is presented. The most vulnerable node has been identified – wheel pairs. A causal relationship has been established between the failure of the node that caused the failure of the electric train and the factors affecting this node. The main malfunctions during the operation of the node are shown. The situation described is the malfunction at the moment. The design of a mobile CNC machine for turning the bandages (wheels) of wheel pairs is proposed.

Keywords: *Qualitative assessment, the affected site, a pair of wheels, malfunction of the mobile machine, the turning of the tires (wheels), CNC.*

Качественная оценка узлов и агрегатов электропоездов представлена на рис. 1-2 [1].

Наименование узла	Число отказов, ед	Накопленная сумма числа отказов	Процент числа отказов в общей сумме	Накопленный процент отказов
Колёсные пары	107	107	32,6	32,6
Электрическое оборудование и аппараты	76	183	23,2	55,8
Зубчатые передачи	69	252	21,0	76,8
Токоприёмники и крышное оборудование	34	283	9,5	86,3
Тормозное оборудование	24	307	7,3	93,6
Приборы безопасности и радиостанции	11	318	3,4	97,0
Механическое оборудование	7	325	2,1	99,1
Вспомогательные машины	3	328	0,9	100,0
Итого	328	-	100	-

Рис. 1. Количества отказов узлов электропоездов

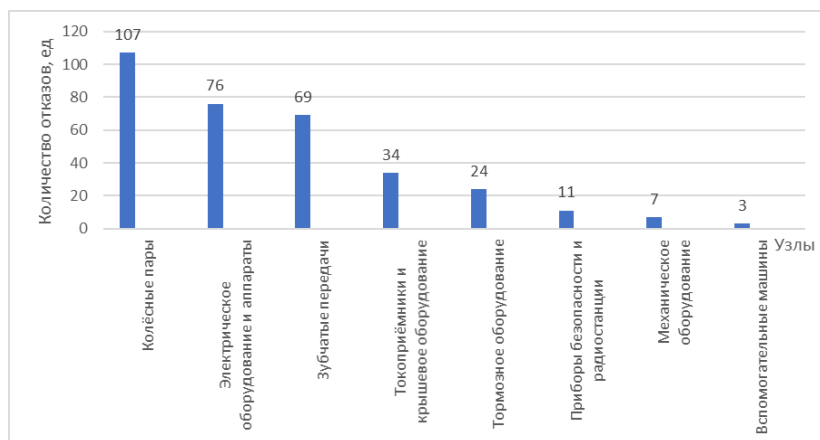


Рис. 2. Диаграмма количества отказов и порядок отказов по узлам электропоездов

Проведён анализ рис. 1-2. Выявлено, что максимально уязвимый узел электропоезда – колёсные пары (самое высокое число отказов).

Установлена причинно-следственная связь между отказом узла колёсных пар и влияющими на узел факторами. Частые остановки локомотива увеличивают вероятность появления дефектов на поверхности катания, кроме того, по причине больших динамических нагрузок, возникающих при движении, изнашивается гребень бандажей или цельнокатаных колёс, образующих прокат.

К дефектам поверхности катания относят: ползуны, выбоины, навары, выщербины, остроконечный накат на гребне [2].

На сегодняшний день, для устранения вышеперечисленных дефектов предусматривается обточка бандажей (колёс) колёсных пар, которая выполняется в условиях ремонтного моторвагонного депо.

Существуют два способа обточки: с выкаткой колёсной пары из-под электропоезда и без выкатки.

Обработка колёсной пары с выкаткой производится на специальных стационарных колёсно-фрезерных или колёсно-токарных станках (рис. 3). Такой способ имеет ряд недостатков таких как: значительная трудоёмкость, большие затраты времени на выкатку и монтаж колёсной пары, негативное воздействие на путь и стрелочные переводы при транспортировке неисправного электропоезда в депо, высокая себестоимость.



Рис. 3. Стационарный станок для обточки колёсных пар

Обработка колёсной пары без выкатки производится на мобильных токарных станках (рис. 4).

Процесс обточки:

Колёсная пара поднимается на домкратах, под обрабатываемое колесо устанавливается мобильный станок. Для задания вращения колёсной пары используется тяговый двигатель или внешний роликовый привод, который устанавливается с обратной стороны обрабатываемого колеса или под смежное. Подача ручная.



Рис. 4. Мобильный токарный станок для обточки бандажей (колёс) колёсных пар

Данный способ также имеет ряд недостатков. Профиль бандажа (колеса) сложный. Ручной подачей трудно или вовсе невозможно точно вы-

держат заданные размеры. Невозможно добиться одного диаметра бандажей колёсной пары в виду погрешности перезакрепления станка с одного колеса под другое.

Для устранения недостатков вышеуказанных способов предлагается разработка мобильного токарного станка с ЧПУ. Конструкция станка на рис. 5.

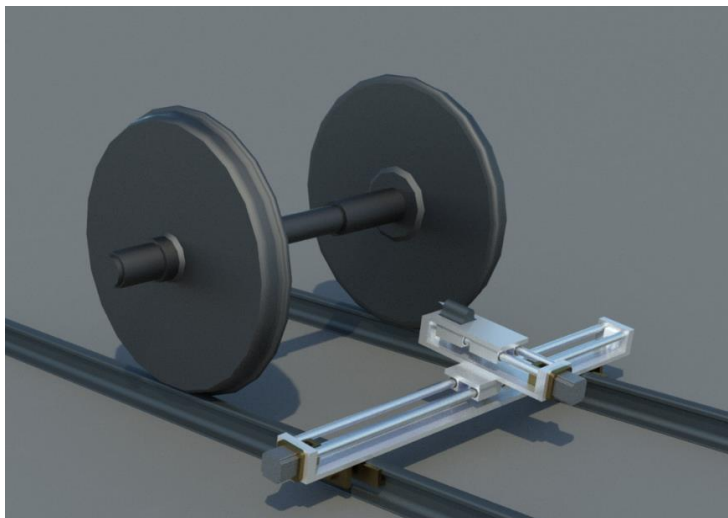
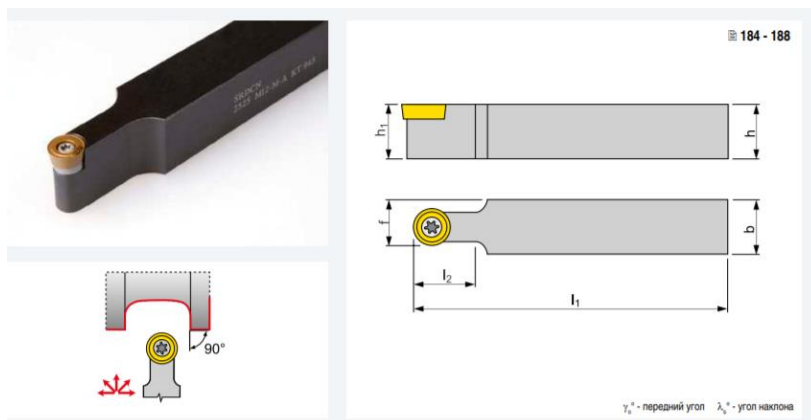


Рис. 5. Конструкция мобильного станка с ЧПУ для обточки бандажей (колёс) колёсных пар

Конструкция станка: станина, продольный суппорт, поперечный суппорт, 2 шаговых электродвигателя, устройство ЧПУ.

Работа станка: колёсной паре задаётся вращение, резец подводится к краю торца обрабатываемого колеса (используется ручное управление станком), обточка профиля по программе, подвод резца к краю торца смежного колеса (ручное управление станком), обточка профиля по программе.

Принцип работы станка предполагает обработку материала колеса как влево, так и вправо. Использование левого и правого токарных резцов не рационально. Предлагается токарный резец с круглой пластиной из твёрдого сплава рис. 6. Такой резец позволяет производить обработку влево и вправо.



Р

Рис. 6. Токарный резец с круглой пластиной из твёрдого сплава

Таким образом, предложенная конструкция станка позволяет устранять дефекты поверхности катания без выкатки колёсной пары из-под вагона электропоезда. Эксплуатация станка не требует специально оборудованной площади, восстановление профиля может быть произведено в прямом смысле в слова в поле. Наличие устройства ЧПУ значительно увеличивает точность обработки. Отсутствие необходимости перезакрепления станка позволяет добиться одного диаметра бандажей (колёс).

Кроме того, мобильный станок с ЧПУ можно назвать универсальным в своём роде, то есть возможно его использование для обточки колёсных пар любых серий железнодорожного транспорта общего и необщего пользования.

Также данная конструкция станка позволяет снизить себестоимость обточки колёсных пар электропоезда, в связи с отсутствием издержек на транспортировку в ремонтное депо, и уменьшение времени ремонта, в виду отсутствия перезакрепления станка.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Умылин И.В. Разработка методов повышения надёжности электропоездов серии ЭТ2, ЭТ2М, ЭД2Т, ЭД4М, ЭД4МК: выпускная квалификационная работа, аспирант. 2019. 24 с. 230601.02.
2. Студопедия [Электронный ресурс]. Неисправности колёсных пар. Режим доступа: https://studopedia.ru/3_172876_neispravnosti-kolesnih-par.html

ПЕРВОНАЧАЛЬНАЯ ОЦЕНКА ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТИ ПЕРЕПРОЕКТИРОВАНИЯ ДЕТАЛЕЙ ПОД АДДИТИВНОЕ ПРОИЗВОДСТВО

В.А. Воронов, А.Н. Семенов

Научный руководитель – **А.Н. Семенов**, д-р техн. наук, профессор

Рыбинский государственный авиационный технический университет
имени П.А. Соловьева

Рассматривается формула по оценки первоначальной целесообразности перевода детали из традиционного способа получения детали в аддитивный способ. Из представленной формулы можно на первых этапах отфильтровывать детали имеющий высокий коэффициент аддитивности, для последующей более глубокой проработки.

Ключевые слова: аддитивные технологии, традиционный способ изготовления, коэффициент аддитивности.

INITIAL EVALUATION OF THE REASABILITY OF RE-DESIGNING PARTS FOR ADDITIVE PRODUCTION

V.A Voronov, A.N. Semenov

Scientific Supervisor – **A.N. Semenov**, Doctor of Technical Sciences,
Professor

P.A. Solovyov Rybinsk State Aviation Technical University

We consider a formula for evaluating the initial feasibility of transferring a part from the traditional method of obtaining the part into the additive method. From the presented formula, it is possible at the first stages to filter out parts having a high coefficient of additivity, for subsequent deeper study.

Keywords: additive technologies, traditional manufacturing method, coefficient of additivity.

В настоящее время активно развиваются аддитивные технологии (АТ), с применением которых возможно получать сложные конструкции, которые до настоящего времени было невозможно получить традицион-

ным методом. Исследование по уменьшению массогабаритных характеристик крепежных элементов ГТД на основе АТ является актуальной задачей исследования [1].

Аддитивные технологии предполагают изготовление физического объекта методом послойного нанесения материала, а не за счет удаления материала из массы заготовки. К достоинствам АТ относится возможность быстрого цикла изготовления, так как все стадии реализации проекта от идеи до материализации находятся в «дружественной» среде, в единой технологической цепи, в которой каждая технологическая операция также выполняется в цифровой CAD/CAM/CAE системе.

Ключевыми преимуществами АТ является обеспечение максимальной свободы конструирования, изготовления изделия непосредственно по имеющейся 3D модели (цифровой CAD модели). Отсутствует необходимость в технологической оснастке, в адаптации технологической цепочки производства. Важными преимуществами АТ также являются:

- возможность максимальной оптимизации рабочих показателей и эффективности, функционального проектирования детали;
- низкая стоимость изготовления единичных изделий;
- возможность формирования сложной и нестандартной геометрии (в том числе внутренней), возможность объединения деталей, сокращения их общего количества в изделии [2];
- возможность формирования легких равнопрочных ячеистых структур (балки, соты, решетки) взамен массива материала;
- возможность функционально-градиентного формирования свойств материала в пределах одного изделия, а именно варьирования свойств материала (материалов, их сочетаний) за счет изменения параметров процесса АТ, использования нескольких материалов с целью получения необходимых функциональных показателей изделия [3].

При проектировании или перепроектировании деталей под АТ необходимо на ранних стадиях дать первоначальную оценку целесообразности изготовления данным методом. Для первоначальной оценки достаточно знать размеры детали, материал, назначение и планируемое количество выпуска деталей, тем самым объединив указанные преимущества АТ, можно использовать коэффициент аддитивности детали Ка. Также необходимо учитывать максимальные размеры камеры аддитивной установки, к примеру, оборудование EOS 290M имеет область построения 250*250*325 мм [4], тем самым отсеивать детали, размеры которых превышают габариты рабочего пространства оборудования. Анализ геометрии элементарной геометрической фигуры – куба, в зависимости от его насыщенности внутренними элементами, позволил предложить критерий

степени сложности проектируемого изделия C в виде отношения от объема заготовки к объему элементарной геометрической фигуры, в которую она вписана (рис. 1).

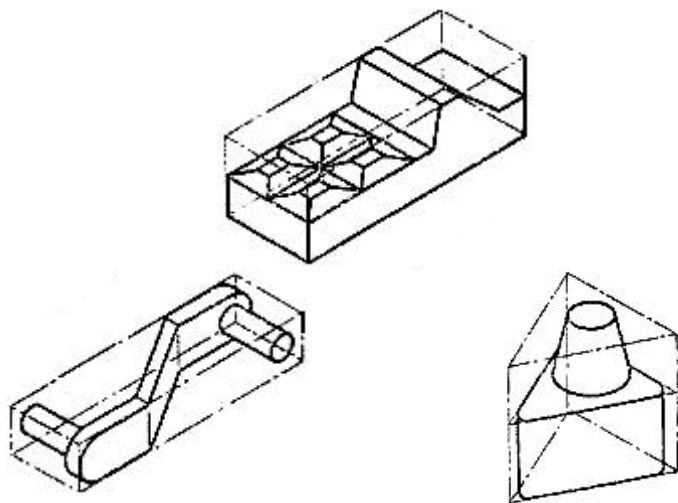


Рис. 1. Детали, вписанные в элементарные фигуры

Из выше описанного анализа геометрических фигур можно сделать вывод, что геометрическая сложность уменьшается, если отношение массы (объема) вписанной заготовки к массе (объему) геометрической фигуры изменяется в большую сторону. Для повышения достоверности оценки целесообразности изменения технологии изготовления, необходимо ввести ряд дополнительных показателей, которые влияют на изготовление детали аддитивным способом, например:

$$K_a = \frac{G_z * K_{ср} * K_{сн.м.}}{G_d * K_{кол} * K_{бр.}}$$

где $\frac{G_z}{G_d} = C$ – показатель степени геометрической сложности детали. Степень сложности определяется путем вычисления отношения массы (объема) G_z заготовки к массе (объему) G_d геометрической фигуры, в которую вписывается форма заготовки, пример;

$K_{ср}$. – коэффициент срочности:

$K_{ср}$.=10 при сроке изготовления менее месяца,

$K_{ср}$.=5 при сроке изготовления от 1 до 6 месяца,

$K_{ср}$.=1 при изготовлении от 6 и более месяцев;

Ксн.м. – коэффициент снижения массы:
Ксн.м.=1 при 1-10% снижении массы детали от первоначальной геометрии,

Ксн.м.= 5 при 10-25% снижении массы детали от первоначальной геометрии,

Ксн.м.= 10 при 25-50% снижении массы детали от первоначальной геометрии;

Ккол. – коэффициент количества деталей планируемых к выпуску:

Ккол.=10 при выпуске более 100 шт.,

Ккол.=5 при заказе от 50 до 100 шт.,

Ккол.=1 при заказе от 1 до 50 шт.;

Кбр. – коэффициент брака деталей, изготовленных традиционным способом:

Кбр.- 10 при браке деталей от 7 до 10%,

Кбр. – 5 при браке деталей от 4 до 7 %,

Кбр. – 1 при браке деталей до 4%.

Отбор деталей на первоначальных стадиях освоения производства для перепроектирования – является важной задачей, так как при правильном подходе к проработке детали под изготовление по аддитивной технологии можно добиться существенного выигрыша по массе без потери прочностных свойств. Уменьшение веса двигателя и в итоге всего летательного аппарата оказывает прямое влияние на его эксплуатационные показатели (дальность полета, полезную нагрузку, расход топлива и множество других взаимосвязанных факторов, зависящих от массы).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Зленко М.А.* Аддитивные технологии в машиностроении. Пособие для инженеров / М.А. Зленко, М.В. Нагайцев, В.М. Добышев / ГНЦ РФ ФГУП «НАМИ». М., 2015. 209 с.
2. *Колчанов Д.С.* Селективное лазерное плавление металлических порошков, выращивание тонкостенных и сетчатых структур / Технология Машиностроения. 2015. 10. С. 6-11.
3. 3D Systems [Электронный ресурс] // <https://www.3dsystems.com>: [сайт]. URL: <https://www.3dsystems.com/3d-printers> (дата обращения: 14.12.2019).
4. EOS [Электронный ресурс] // <https://www.eos.info>: [сайт]. URL: 1 (дата обращения: 10.01.2020).

УДК 73.37.97

ПРИМЕНЕНИЕ ПОЛИМЕРНЫХ И КОМПОЗИТНЫХ МАТЕРИАЛОВ В АВИАЦИОННЫХ ДВИГАТЕЛЯХ

С.Д. Великородный, А.Н. Семенов

Научный руководитель – **А.Н. Семёнов**, д-р техн. наук, профессор

Рыбинский государственный авиационный технический университет
имени П.А. Соловьёва

В статье рассматривается отечественный и зарубежный опыт работы с полимерными композитными материалами в двигателях воздушной и наземной тематики.

Ключевые слова: композиты, углеродное волокно, рабочая лопатка вентилятора.

APPLICATION OF POLYMER AND COMPOSITE MATERIALS IN AIRCRAFT ENGINES

S.D. Velikorodnyi, A.N. Semenov

Scientific Supervisor - **A.N. Semenov**, Doctor of Technical Sciences,
Professor

P.A. Solovyov Rybinsk State Aviation Technical University

The article considers domestic and foreign experience of working with polymer composite materials in engines of air and ground topics.

Keywords: composites, carbon fibre, fan rotor blade.

Композитные материалы широко используются в самолетах, ракетах, спутниках, космических кораблях, вертолетах, транспортных средствах и многих других изделиях. Благодаря низкой стоимости, быстрому производству и легким решениям трехмерные тканые композиты из углеродного волокна являются перспективными материалами моторостроения.

Объединенная двигателестроительная корпорация в настоящее время реализует проект создания авиадвигателя ПД-35 с большой тягой.

Данные двигатели будут устанавливаться на новейшие дальнемагистральные широкофюзеляжные самолеты и самолеты транспортной авиации.

В этом двигателе планируется использовать новейшие технологии на основе полимерных композитных материалов основных в деталях двигателя, а также применять аддитивные технологии для получения корпусных деталей больших габаритов и сложной формы, интерметаллидные материалы.

Для разработки технологии и изготовления композитной лопатки вентилятора ПД-35 организуется совместная работа с ВИАМ, поскольку создание нового двигателя с такими характеристиками требует существенного обновления производственного оборудования. Создание нового двигателя позволит поднять технологический уровень не только Объединённой двигателестроительной корпорации, но и многих смежных предприятий, что существенно улучшит экономические показатели страны.

В Объединённой двигателестроительной корпорации продолжается работа над разработкой и использованием полимерных композиционных материалов для деталей не только двигателя ПД-35, но и для всей линейки существующих авиационных двигателей. Поскольку их возможности позволяют основательно повысить основные и важнейшие показатели, в частности, ожидается уменьшение массы деталей в среднем на 30 % и снижение стоимости изготовления на 20-40 %.

Успешное внедрение полимерных конструкционных материалов основано постепенной замене существующих металлических материалов в неответственных статорных деталях и, далее, с последующим усложнением и применением их для более сложных, с тем чтобы постепенно перейти решению критически важной задачи – разработке и изготовлению модульного узла - вентилятора.

Основное технологическое направление, на основе которого в настоящее время осваивается данная технология, – это использование термопластичной матрицы и полимерных композиционных материалов для статорных нагруженных деталей газотурбинных двигателей с трехмерной тканной армирующей структурой, представленной на рис. 1.а и препреговой послойной выкладкой (рис. 1.б), для чего используется широкая кооперация с российскими и иностранными институтами и компаниями.

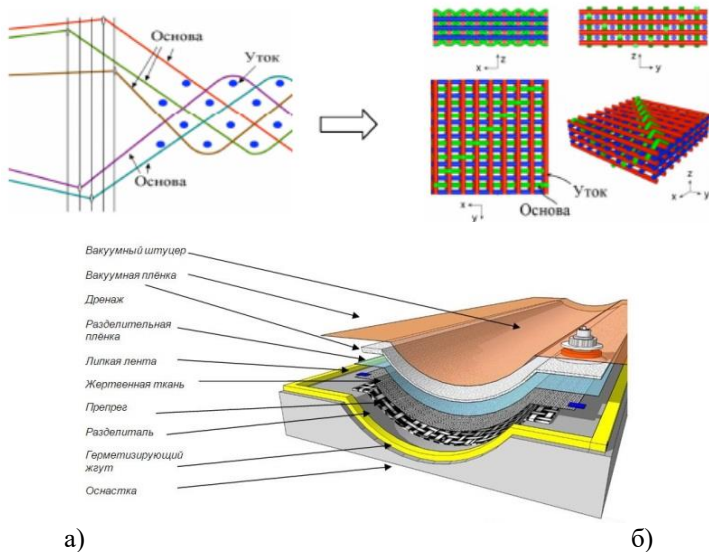


Рис. 1. Технологии создания полимерных композитных материалов:

а) трехмерная тканная преформа и её возможная структура,

б) «препреговая» технология

В настоящее время наибольший опыт в использовании данных материалов имеет фирма General Electric, которая практически в течение 30 лет создает рабочие лопатки вентилятора и компрессора низкого давления из полимерных и композитных материалов. Еще в конце двадцатого века был разработан двигатель GE90, имеющий рабочие лопатки вентилятора из данных материалов. Данная рабочая лопатка вентилятора из углепластика (рис.2) является единственной и успешно эксплуатируемой на самолетах гражданской авиации различных типов и демонстрирует технологические конструктивные и эксплуатационные достоинства углепластика в качестве конструкционного материала. Использование углепластика в конструкции данной лопатки улучшило её тактико-технические характеристики, снизило стоимость её изготовления приблизительно на 20 %, что повысило конкурентоспособность данного двигателя.

Подобная конструкция рабочих лопаток вентилятора использовалась данной фирмой для другого семейства двигателей - GE9x. Успехи фирмы General Electric в области применения углепластика для широкохордных лопаток турбореактивных двигателей, а также тенденция повышения степенями двухконтурности, привели к повсеместному участию ведущих двигателестроительных фирм мира в разработке лопаток вентилятора из углепластика. В частности, французская фирма SNECMA активно

разрабатывает вентилятора турбореактивного двигателя LEAP X с лопатками из углепластика.



Рис. 2. Рабочая лопатка вентилятора из углепластика с титановой кромкой

Таким образом, большинство ведущих двигателестроительных фирм мира в своих новых разработках ориентируются на полимерные композитные материалы для изготовления вентиляторов новейших турбореактивных двигателей, поскольку в настоящее время углепластику для рабочих лопаток роторов нет альтернативы.

В дальнейшей перспективе планируется переход от традиционных конструкций из слоистых композитных полимеров к материалам следующего поколения, в качестве которых будут служить термопластичные полимерные композитные материалы, которые существенно расширяют технологические возможности производства деталей.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. <https://aviation21.ru> (Образец-демонстратор двигателя ПД-35).
2. <http://www.npo-saturn.ru> (Использование деталей из полимерных композитов в двигателе).
3. <https://cyberleninka.ru> (Технологии и задачи механики композиционных материалов для создания лопатки спрямляющего аппарата авиационного двигателя).
4. Полимерные композиционные материалы: структура, свойства, технология: Учеб. пособ. / М.Л. Кербер, В.М. Виноградов, Г.С. Головкин; Под ред. А.А. Берлина. 3-е изд., испр. СПб.: Профессия, 2011. 560 с.

ПОВЫШЕНИЕ КОРРОЗИОННОЙ СТОЙКОСТИ КРЕПЕЖНЫХ ДЕТАЛЕЙ ГАЗОТУРБИННЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ В УСЛОВИЯХ ЭКСПЛУАТАЦИИ

Т.Н. Галяткина, А.Н. Семенов

Научный руководитель – **А.Н. Семёнов**, д-р техн. наук, профессор

Рыбинский государственный авиационный технический университет
имени П.А. Соловьева

Рассматривается проблема обеспечения коррозионной стойкости крепежных деталей газотурбинных двигателей, повреждаемых коррозией при эксплуатации в морских условиях.

Ключевые слова: коррозия, дефект, раковины, упрочнение.

IMPROVING THE CORROSION RESISTANCE OF GAS TURBINE ENGINE FASTENERS UNDER OPERATING CONDITIONS

T.N. Galyatkina, A.N. Semenov

Scientific Supervisor - **A.N. Semenov**, Doctor of Technical Sciences,
Professor

P.A. Solovyov Rybinsk State Aviation Technical University

The problem of providing corrosion resistance of fasteners of gas turbine engines damaged by corrosion during operation under sea conditions is considered.

Keywords: corrosion, defect, shell, hardening.

Высокая надёжность является важнейшим требованием, которое предъявляется к самым разнообразным изделиям машиностроения, и, особенно, к газотурбинным двигателям (ГТД) любого назначения - воздушного, морского, наземного. В тоже время, разнообразные условия эксплуатации всех типов газотурбинных двигателей приводят, зачастую, к непригодным повреждениям. Так использование авиационных ГТД в условиях морского климата, сопровождаемого контактами с брызгами морской

воды, нередко приводит к преждевременным повреждениям отдельных деталей вследствие интенсивной коррозии через несколько десятков часов эксплуатации. К таким деталям, в частности, относятся болты крепления лабиринтных полуколец к лопаткам направляющего аппарата первой ступени компрессора высокого давления (КВД), несмотря на то, что они изготовлены из нержавеющей стали. Коррозионные повреждения этих элементов привели к существенному снижению их предела выносливости, что стало причиной их поломок.

Лабораторные исследования некоторых резьбовых деталей, используемых в составе направляющих аппаратов компрессора высокого давления ГТД, эксплуатируемых в неблагоприятных условиях, выявили появление многочисленных коррозионных повреждений разной интенсивности на наружных и внутренних участках их поверхностей, сопровождаемых возникновением каверн и раковин, имеющих значительную величину (рис.1.).



Рис. 1. Внешний вид болта в результате коррозионных повреждений

Распределение и характер коррозионных повреждений крепежных элементов лабиринтных полуколец шести представителей ГТД представлены в табл. 1.

Повышения качества поверхностного слоя деталей, работающих в агрессивных условиях можно также достичь с помощью упрочняющих технологий: снижения шероховатости, нанесения покрытий, диффузионного насыщения поверхностного слоя, физико-термической и электрической обработки и др. Технологическое направление, основанное на использовании методов поверхностного пластического деформирования, можно считать наименее затратным и, возможно, достаточно эффективным, поскольку общепризнано, что снижение шероховатости и создание оптимального уровня наклепа и напряженного состояния существенно повышает коррозионную стойкость [1].

Таблица 1. Распределение и характер коррозионных повреждений крепежных элементов ГТД

№ п/п	Наименование детали	Вид коррозионных повреждений деталей
1	Болт НА 1-й ступени КВД № 1	Раковины на головках и стержнях глубиной 0,3 мм
2	Болт НА 1 -й ступени КВД № 2	Раковины на головках и стержнях глубиной 0,1 мм
3	Болт НА 1-й ступени КВД № 3	Раковины на головках и стержнях глубиной 0,35 мм
4	Болт НА 1-й ступени КВД № 4	Раковины на головках и стержнях глубиной 0,2 мм
5	Болт НА 1-й ступени КВД № 5	Раковины на головках и стержнях глубиной 0,15 мм
6	Болт НА 1-й ступени КВД № 6	Раковины на головках и стержнях глубиной 0,25 мм

Длительный опыт эксплуатации ГТД данного типа свидетельствует, что данная повреждаемость не является типичной, однако высокие требования к надежности и непредсказуемость условий использования воздушных судов эксплуатантом требуют исследования данного дефекта и разработки комплекса мероприятий по его недопущению в дальнейшем.

Существует большое число исследований проблемы борьбы с коррозионными повреждениями, из которых следует, что основными способами снижения повреждаемости подобных деталей можно считать – использование более коррозионностойких материалов, применение защитных покрытий, обеспечение катодной защиты. Большинство из перечисленных способов успешно применяются для защиты машин и механизмов общего назначения, однако специфика изделий авиационного назначения не предполагает необоснованного применения подобных мероприятий без соответствующей длительной и дорогостоящей проверки. Одним из надежных способов снижения негативных последствий от коррозионных повреждений является технологический, заключающийся в повышении качества поверхностного слоя ответственных деталей.

Всё многообразие методов упрочнения и их возможностей позволяют не только управлять параметрами шероховатости, волнистости, но и

изменять физическое и структурное состояние поверхностного слоя деталей машин. Из подобных методов целесообразно использовать отделочно-упрочняющую обработку, позволяющую в широких пределах менять напряженно-деформированное состояние поверхностного слоя деталей. В частности, достаточными возможностями обладает программный метод образования микрорельефа путем вибронакатывания на станках с ЧПУ [2]. Сущность данного метода заключается в программировании траектории движения центра выглаживающего инструмента с единичным индентором. Данный метод позволяет реализовывать разнообразные типы микрорельефов с любым законом их изменения, а также использовать алмазные инденторы, существенно повышающие эксплуатационные характеристики обрабатываемых поверхностей [3].

Таким образом, анализ литературных данных доказывает, что для повышения коррозионной стойкости болтовых соединений ГТД можно использовать наименее затратную технологию упрочняющей обработки методами поверхностного пластического деформирования, которая не требует изменять доказавших свою работоспособность конструкционных материалов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Суслов А.Г.* Качество поверхностного слоя деталей машин. М.: Машиностроение, 2000. 320 с.
2. *Федоров В.П.* Проблемы исследования и повышения надёжности технологического обеспечения качества деталей машин // Трение и износ. 1997. Т. 18. С. 349-360.
3. *Короходкина К.Г.* Особенности метода обработки материалов алмазным выглаживанием // Молодой ученый. № 39 (277). С. 194–197.

УДК 621

РАЗРАБОТКА АВТОМАТИЗИРОВАННОГО КОМПЛЕКСА ДЛЯ ОБРАБОТКИ ДВУХХОПОРНЫХ ЛОПАТОК ГТД

И.В. Пашков, А.Н. Семенов

Научный руководитель – **А.Н. Семёнов**, д-р техн. наук, профессор

Рыбинский государственный авиационный технический университет
имени П.А. Соловьёва

Рассматривается проблема трудоемкости процесса механической обработки и повышения производительности в виду большого количества выпускаемой продукции.

Ключевые слова: глубинное шлифование, ГТД, производительность, автоматизация, процесс обработки, авиадвигателестроение.

DEVELOPMENT OF AN AUTOMATED COMPLEX FOR PROCESSING OF TWO GTE SUPPORT BLADES

I.V. Pashkov, A.N. Semenov

Scientific Supervisor - **A.N. Semenov**, Doctor of Technical Sciences,
Professor

P.A. Solovyov Rybinsk State Aviation Technical University

The problem of labor intensity of the machining process and increasing productivity due to the large number of products produced is considered.

Keywords: deep grinding, GTE, productivity, automation, processing, mechanical engineering.

В настоящее время малые газотурбинные двигатели обладают значительным коммерческим потенциалом в сферах малой энергетики и авиации. Благодаря значительному опыту проектирования газотурбинных двигателей и широкую инфраструктуру их производства, они получили широкое применение во всех отраслях, таких как нефтегазовая промышленность, сельское хозяйство, энергетика и другие. Создание современного малоразмерного двигателя, удовлетворяющего требованиям энергетики и

авиации, позволяет в значительной мере повысить номенклатуру изделий и загрузку производственных мощностей авиационных заводов.

Основной частью ГТД является турбина, которая предназначена для привода вентилятора и агрегатов. Основной турбины, определяющей ее надежность и экономичность, является ее проточная часть, наиболее ответственными элементами которой являются рабочие лопатки. Трудоемкость изготовления лопаток составляет 20 - 25 % трудоемкости изготовления всей турбины (рис. 1).

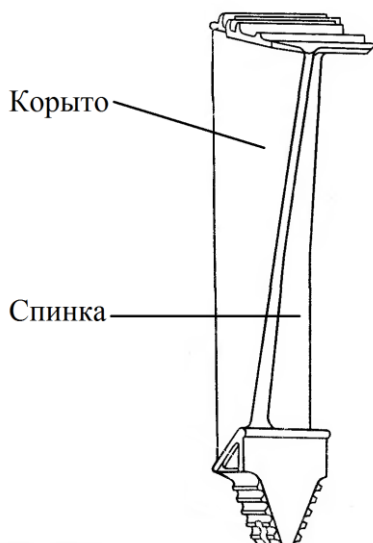


Рис. 1. Общий вид лопатки компрессора ГТД

Изготовление базирующих поверхностей рабочих лопаток турбины выполняется методом глубинного шлифования путем копирования геометрии шлифовального круга. Данный метод изготовления является более производительным и позволяет получать лопатки с меньшими затратами времени, чем при обработке методом фрезерования или протягивания.

В исходном технологическом процессе шлифование замковой части выполняется на различном оборудовании. Это приводит к увеличению затрат на амортизацию оборудования и заработную платы рабочим, а также увеличивается время обработки детали. Трудоемкость и сложность установки детали в приспособление приводит к значительному увеличению времени, затрачиваемому на получение готового изделия.

Для обработки замковой части лопаток применяются плоскошлифовальный станок для глубинного шлифования ЛШ-233 (рис. 2), на котором обработка деталей выполняется одновременно с двух сторон: со стороны спинки пера и со стороны корыта пера.



Рис. 2. Внешний вид станка для глубинного шлифования ЛШ-233

Закрепление деталей в приспособлении и последующая установка в станок выполняется оператором станка с ЧПУ вручную. Установка приспособления в рабочую зону станка осуществляется путем передвижения рабочего приспособления по направляющим станка (салазкам) выполненным в форме призм, для обеспечения требуемой точности позиционирования. На применяемом оборудовании для обработки деталей методом глубинного шлифования имеется два сдвоенных рабочих приспособления кассетного типа, тем самым позволяет одновременно обрабатывать 4 детали за одну установку (рис. 3).

Для автоматизации процесса закрепления рабочего приспособления в станке применяется пневматическое зажимное устройство. Автоматизация установки и снятия деталей позволит существенно сократить вспомогательное время и повысить производительность обработки деталей. Также автоматизация процесса обработки с применением роботизированного комплекса позволит обеспечить точность и постоянство установки детали в станочное оборудование.

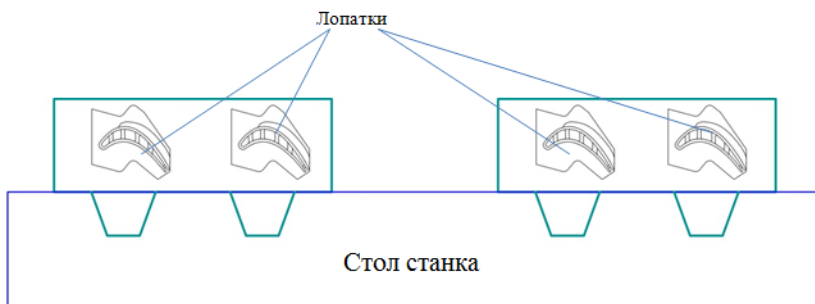


Рис. 3. Схема установки заготовок лопаток в приспособлении

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Полетаев В.А.* Технология автоматизированного производства лопаток газотурбинного двигателя, Машиностроение, 2006. 256 с.
2. *Полетаев В.А.* Проектирование технологических процессов автоматизированного машиностроительного производства: учебное пособие / В.А. Полетаев, И.С. Сыркин; Кузбас. гос. техн. ун-т. Кемерово, 2010. 124 с.

**РАЗРАБОТКА МЕХАНИЗМА ПРИВОДА
ПРОМЫШЛЕННОГО РОБОТА С ПОВЫШЕННЫМ
БЫСТРОДЕЙСТВИЕМ**

Е.А. Попов, В.В. Михрютин

Научный руководитель – **В.В. Михрютин**, канд. техн. наук,
доцент

Рыбинский государственный авиационный технический университет
имени П.А. Соловьева

В статье на основе анализа известных конструкций предлагается зуб-чато-цепочный циклоидальный механизм привода промышленного робота.

***Ключевые слова:** промышленный робот, циклоидальный механизм, зуб-чато-цепочный механизм.*

**DESIGN OF INDUSTRIAL ROBOT DRIVE
MECHANISM WITH INCREASED PERFORMANCE**

E.A. Popov, V.V. Mikhryutin

Scientific Supervisor – **V.V. Mikhryutin**, Candidate of Technical
Sciences, Associate Professor

P.A. Solovyov Rybinsk State Aviation Technical University

In the article, based on the analysis of known designs, a pin-gear cycloidal mechanism for driving an industrial robot is proposed.

***Keywords:** industrial robot, pin-gear drive mechanism, gear-cycloid mechanism.*

В современном машиностроении наблюдается тенденция к созданию роботизированных «безлюдных производств». Использование промышленных роботов (ПР) имеет высокую эффективность особенно в сборочном производстве, где требуется выполнять пространственные движения для точного взаимного позиционирования, сваривания и окрашивания деталей сложной формы. В металлообработке при смене обрабатываемых заготовок на промышленном оборудовании от робота требуется высокое быстродействие. Современные серийно выпускаемые ПР в таких условиях

оказываются слишком сложными и дорогостоящими, а также имеющими недостаточное быстродействие по сравнению с ручным трудом. При смене заготовок на металлорежущем оборудовании от робота в ряде случаев требуются более простые движения, чем обеспечивают серийно выпускаемые роботы ведущих зарубежных компаний. Поэтому для решения проблемы роботизации металлообрабатывающих производств актуальной представляется задача создания быстродействующих промышленных роботов с уменьшенным числом степеней свободы.

В качестве привода движений в известных конструкциях ПР используется пневматический, гидравлический и электрический привод. Пневматический и гидравлический приводы имеют сравнительно высокое быстродействие, но их используют в основном в системах циклового управления, поэтому в условиях единичного и мелкосерийного производства их применение не имеет особых перспектив. Электропривод позволяет производить точное позиционирование в произвольную точку пространства, заданную в программе, но не обладает достаточным быстродействием.

Повышение быстродействия цикловых промышленных роботов может быть достигнуто за счет использования циклоидальных механизмов [1, 2]. Их недостатком является необходимость использования в конструкции ПР дополнительного механизма выдвигания руки для передачи изделий к технологическим машинам или накопителям.

Для устранения данного недостатка было предложена конструкция механизма ПР, показанная на рис. 1.

Предлагаемое устройство состоит из корпуса 1 с линейными направляющими 2, в которых установлена зубчатая рейка 3. На зубчатой рейке 3 жестко закреплен кронштейн 4. В подшипниках 5 кронштейна 4 установлен вал 6, связывающий одноплечий рычаг 7, имеющий продольный паз 8 с рукой 9, оснащенной на конце схватом 10.

С зубчатой рейкой 3 взаимодействует зубчатое колесо 11, установленное на выходном валу 12, электропривода 13, жестко связанного с корпусом 1. Подшипники электропривода 13, в которых установлен выходной вал 12 на фиг. не показаны. Электропривод 13 имеет программное управление. На зубчатом колесе 11 жестко закреплен ведущий палец 14.

Фиксирующее устройство рычага 7 и руки 9 состоит из призматического шипа 15, выполненного на руке 9, а также кронштейнов 16 и 17, установленных на корпусе 1. Кронштейны 16 и 17 имеют пазы 18.

Механизм ПР предназначен для передачи заготовок 19 из приемного накопителя 20 в накопитель технологической машины 21.

Устройство работает следующим образом. Перед включением кантователя рука 9 должна находиться в правом или левом положении. На фиг. 1 – 6 для примера показан механизм в левом положении. При этом

призматический шип 15 располагается в пазу 18 кронштейна 16, предотвращая поворот руки 9 и рычага 7, а палец 14 выведен из зацепления с пазом 8.

По заданной программе включается электропривод 13, его вал 12, жестко связанный с зубчатым колесом 11 приводится во вращение по часовой стрелке. Зубчатое колесо 11 перемещает зубчатую рейку 3 с кронштейном 4, рукой 9 и схватом 10 влево. При достижении требуемого для захвата заготовки 19 положения, электропривод 13 останавливается. Схват 10 захватывает заготовку 19, установленную в приемный накопитель 20. Далее происходит реверсирование вращения вала 12 электропривода 13. При вращении зубчатого колеса 11 против часовой стрелки заготовка 19 извлекается из приемного накопителя 20. Угловое положение вала 12, в котором происходит захват заготовки 19 задается в управляющей программе электропривода 13 и быть может изменено в зависимости от ее габаритов.

Ведущий палец 14, жестко закрепленный на зубчатом колесе 11 относительно неподвижного корпуса 1 совершает вращательное движение. Однако относительно поступательно движущейся зубчатой рейки 3 и жестко соединенного с ней кронштейна 4 ведущий палец 14 перемещается по укороченной циклоиде. Траектория пальца 14 относительно зубчатой рейки 3 за один цикл работы показана пунктирной линией.

Когда ведущий палец 14 входит в паз 8 одноплечего рычага 7, призматический элемент 15 выходит из паза 18 кронштейна 16, освобождая руку 9.

Расположение оси вращения рычага 7 относительно зубчатого колеса 11 и рейки 3 выбирают так, чтобы обеспечить параллельность направления скорости ведущего пальца 14 оси паза 8 в момент входа пальца 14 в паз 8. При дальнейшем вращении вала 12 против часовой стрелки происходит поворот руки 9 на угол 180° . Ведущий палец 14 выходит из паза 8, а призматический элемент 15 входит в паз 18 кронштейна 17, фиксируя руку 9 от поворота. Вал 12 электропривода 13 продолжает вращаться по программе до момента установки заготовки 20 в накопитель технологической машины 21.

Далее схват 10 освобождает заготовку 19. Производится реверсирование вала 12 электропривода 13. Зубчатое колесо 11, вращаясь против часовой стрелки, перемещает зубчатую рейку 3 с рукой 9 и схватом 10 влево от накопителя 21 (фиг. 8). При дальнейшем вращении вала 12 электропривода 13 палец 14 входит в паз 8 и поворачивает рычаг 7. При обратном движении руки 9 траектория пальца 14 – та же укороченная циклоида.

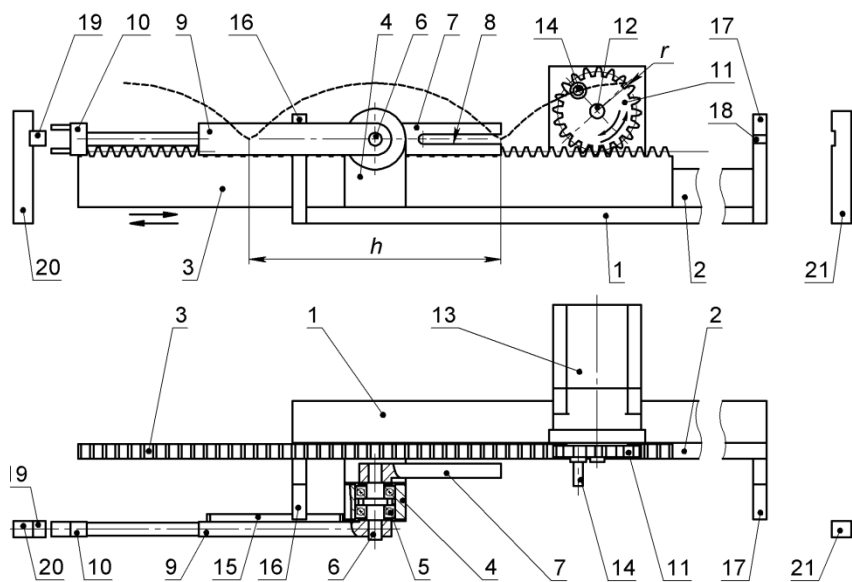


Рис. 1. Схема механизма ПР

Предложенный механизм может использоваться, например, для загрузки-выгрузки в токарно-револьверных станках с ЧПУ. При этом подача заготовок в патрон станка может производиться в осевом направлении. Использование предлагаемого устройства позволит уменьшить габариты и упростить конструкцию ПР за счет совмещения механизмов поворота и выдвижения его руки. Электропривод ПР может быть оперативно перепрограммирован на перемещение заготовок различных типоразмеров путем изменения углового положения выходного вала электропривода при захвате и освобождении заготовки.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. А.С. 1646848 СССР, МКИ В25J 9/08, В25J 11/00. Модуль поворота манипулятора / И. В. Надеждин, Е. П. Солдаткин // Открытия. Изобретения. 1993. № 17. С. 130.
2. А.С. 1646848 СССР, МКИ F16H 27/06, В25J 11/00. Кантователь/ И.В. Надеждин, В.М. Абрамов, В.В. Михрютин // Открытия. Изобретения. 1987. № 21. С. 154.

**СОЗДАНИЕ ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЫ НА ТЕМУ:
"УПРАВЛЕНИЕ ДВИЖЕНИЕМ МОБИЛЬНОГО РОБОТА.
ПЛАН УЧАСТКА МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ"**

Н.К. Лебедева, А.А. Кулебякин

Научный руководитель – **А.А. Кулебякин**, канд. техн. наук, доцент

Ярославский государственный технический университет

Рассматривается создание маршрута для транспортировки грузов по созданной траектории. Освоение практических навыков построения мобильного робота, освоение практических навыков программирования различных видов движения мобильного робота. Создание траектории движения по плану участка механической обработки по трем видам.

Ключевые слова: язык программирования NXT, программа NXT 2.1 Programming, Lego Mindstorms

**CREATING A LABORATORY WORK ON THE TOPIC:
"CONTROLLING THE MOVEMENT OF A MOBILE ROBOT.
PLAN OF THE MACHINING AREA"**

N.K. Lebedeva, A.A. Kulebyakin

Scientific Supervisor – **A.A. Kulebyakin**, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor

Yaroslavl State Technical University

We consider creating a route for transporting goods along the created trajectory. Mastering practical skills of building a mobile robot, mastering practical skills of programming various types of movement of a mobile robot. Creating a trajectory based on the plan of the machining section for three types.

Keywords: NXT programming language, NXT 2.1 Programming, Lego Mindstorms.

Целью лабораторной работы является создание управляющих программ для транспортного робота:

- движение робота по созданной траектории;
- движение робота по заданным точкам (цехам);

- движение робота с использованием грузов по заданной траектории с транспортировкой грузов по цехам.

Ход выполнения работы

Для начала работы создаем конструкцию мобильного робота. Далее создаем траекторию движения робота. В нашем случае используем 2 листа формата А0, на котором будет представлен план участка механической обработки, траекторией движения будет служить маршрут передвижения от цеха к цеху (рис. 1).

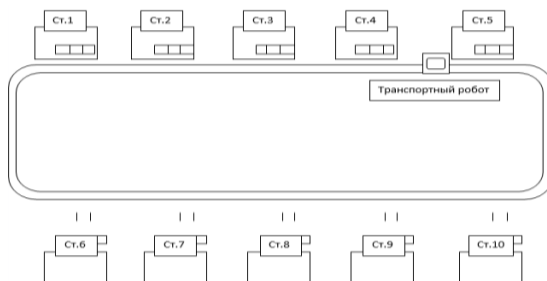


Рис. 1. План участка механической обработки

Движение робота по траектории

- 1) Запустить программу NXT 2.1 Programming.
- 2) В поле «Новая программа» ввести название программы.
- 3) Нажать «Далее».
- 4) С левой стороны выбрать блок «Основные», в этом блоке выбрать модуль «Движение» и перетащить его в рабочее поле программы (рис. 2).

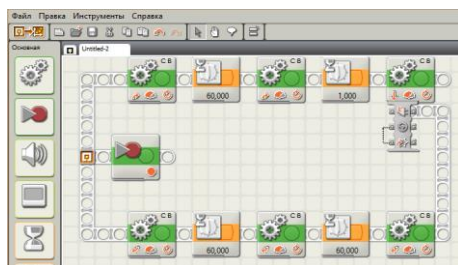


Рис. 2. Модуль «Движение по траектории»

- 5) В нижней части окна выбрать в поле «Время» секунды и установить таймер на 40 секунд.
- 6) Загрузить программу в NXT.

7) Протестировать программу.

Движение робота по заданным точкам (цехам)

- 1) Запустить программу NXT 2.1 Programming.
- 2) В поле «Новая программа» ввести название программы.
- 3) Нажать «Далее».
- 4) С левой стороны выбрать блок «Основные», в этом блоке выбрать модуль «Движение» и перетащить его в рабочее поле программы.
- 5) В нижней части окна выбрать в поле «Время» секунды и установить таймер на 60 секунд.
- 6) Выбрать поле «Следующее Действие».
- 7) Перетащить в рабочее поле еще 1 модуль «Движение».
- 8) Перетащить в рабочее поле модуль «Движение», в нижней части окна выбрать в поле «Время» секунды и установить таймер на 60 секунд. В поле «Следующее Действие» выбрать «катиться».
- 9) Перетащить в рабочее поле модуль «Движение». В нижней части окна перетащить стрелку к блоку «С», в поле «Время» поставить секунды и установить таймер на 40.
- 10) Перетащите в рабочее поле модуль «Движение», в нижней части окна выберите в поле «Время» секунды и установите таймер на 60 секунд (рис. 3). В поле «Следующее Действие» выберите «катиться».
- 11) Загрузите программу в микрокомпьютер NXT.
- 12) Протестируйте ее.

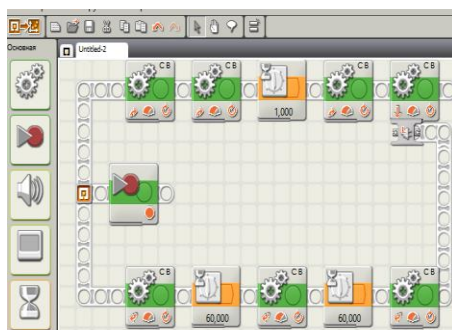


Рис. 3. Движение робота по заданным точкам (цехам)

Движение робота с использованием грузов по заданной траектории с транспортировкой грузов по цехам

- 1) Запустить программу NXT 2.1 Programming.
- 2) В поле «Новая программа» ввести название программы.
- 3) Нажмите «Далее».

- 4) С левой стороны выберите блок «Основные», в этом блоке выберите модуль «Движение» и перетащите его в рабочее поле программы (рис. 4).
- 5) В нижней части окна в поле «Поворот» перетащите курсор к краю блока «С».
- 6) В поле «Следующее действие» выберите «Тормозить».
- 7) В поле «Время» выберите градусы и установите значение на 360.
- 8) Загрузите программу в микрокомпьютер NXT и протестируйте ее.

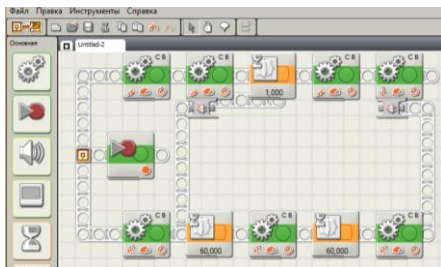


Рис. 4. Движение робота с использованием грузов по заданной траектории с транспортировкой грузов по цехам

Выводы

Создали маршрут для транспортировки грузов по созданной траектории. Освоили практические навыки создания мобильного робота, освоили практические навыки программирования различных видов движения транспортного робота, изучили конструкцию мобильного робота, создали траекторию движения по плану участка механической обработки. Написали следующие программы: движение робота по созданной траектории, движение робота по заданным точкам (цехам), движение робота с использованием грузов по заданной траектории с транспортировкой грузов по цехам.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1.LEGO NXT [Электронный ресурс]. Программирование LEGO NXT роботов на языке NXC. Режим доступа: <http://nxt.blogspot.com>. Дата доступа: 15.03.2020
- 2.NXT 2.1 Programmin [Электронный ресурс]. Первая программа в среде NXT 2.1 Programmin. Режим доступа: <https://nsportal.ru>. Дата доступа: 15.03.2020.
- 3.Software [Электронный ресурс]. Загрузите программное обеспечение NXT. Режим доступа: <https://education.lego.com/ru>. Дата доступа: 15.03.2020.

СЕКЦИЯ «АВТОМАТИЗАЦИЯ В ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ И НЕПРОИЗВОДСТВЕННОЙ СФЕРАХ»

УДК 621.313

ПОСТРОЕНИЕ КАРТ ЗАВИСИМОСТИ АМПЛИТУДЫ ОБМЕННЫХ КОЛЕБАНИЙ МОЩНОСТИ ОТ ПАРАМЕТРОВ РЕГУЛЯТОРОВ ЧАСТОТЫ ДИЗЕЛЬ-ГЕНЕРАТОРОВ

П.С. Савенко, А.Е. Савенко

Научный руководитель - **А.Е. Савенко**, канд. техн. наук, доцент
Керченский государственный морской технологический университет

Рассматривается методика построения карт зависимостей амплитуды обменных колебаний мощности от значений зазоров люфта и постоянных времени регуляторов частоты. Обменные колебания мощности исследуются при параллельной работе дизель-генераторных агрегатов автономного электротехнического комплекса. Результаты получены с помощью математической модели и подтверждаются результатами натурных экспериментов в реальных условиях.

Ключевые слова: дизель-генератор, параллельная работа, обменные колебания, автономная электростанция, электротехнический комплекс.

DRAWING OF MAPS OF POWER EXCHANGE FLUCTUATIONS AMPLITUDE DEPENDENCE FROM PARAMETERS OF DIESEL GENERATOR FREQUENCY REGULATORS

P.S. Savenko, A.E. Savenko

Scientific Supervisor - **A.E. Savenko**, Candidate of Technical Sciences,
Associate Professor

Kerch State Maritime Technological University

The method of constructing maps of the dependence of the amplitude of exchange power fluctuations on the values of backlash gaps and time constants of frequency regulators is considered. Exchange power fluctuations are investigated in parallel operation of diesel generator sets of an autonomous electrical complex. The results are obtained using a mathematical model and confirmed by the results of field experiments in real conditions.

Keywords: diesel generator, parallel operation, exchange power fluctuations, autonomous power station, electrotechnical complex.

Существование обменных колебаний мощности (ОКМ) при параллельной работе дизель-генераторных агрегатов ухудшает работу автономных электротехнических комплексов. Такие явления ограничивают использование электрического оборудования по мощности, уменьшают его ресурс и коэффициент полезного действия и могут привести к обесточиванию, что может иметь катастрофические последствия в критических условиях эксплуатации автономных электростанций [1]. Частота ОКМ составляет 2-4 Гц, а вот их амплитуда может существенно меняться. Именно от значения амплитуды зависит степень отрицательного влияния на оборудование [2].

Таким образом, необходимо выяснить от каких факторов зависит и как изменяется амплитуда ОКМ. Наиболее результативным методом поиска решения поставленной задачи является математическое моделирование. В процессе исследований разработана и используется математическая модель автономного электротехнического комплекса [3]. Результаты математического моделирования подтверждаются результатами экспериментов проведенных в реальных условиях. Во-первых выяснено, что основной причиной, вызывающей возникновение ОКМ является наличие люфтов в контурах регулирования частоты параллельно работающих дизель-генераторных агрегатов.

Понять характер зависимости амплитуды ОКМ от значений зазоров люфта и их соотношения при выборочном моделировании возможно, но получить полную картину позволяет только карта зависимости амплитуды ОКМ от зазоров люфта (рис.1), построенная по результатам математического моделирования (табл. 1).

Таблица 1. Зависимость амплитуды ОКМ от зазоров люфта

D_{n1}/D_{n2}	0,002	0,004	0,006	0,008	0,01	0,012	0,014	0,016	0,018
0	0,011	0,021	0,031	0,04	0,052	0,065	0,071	0,083	0,095
0,002	0,0015	0,011	0,021	0,033	0,045	0,056	0,068	0,076	0,09
0,004	0,01	0,002	0,012	0,021	0,035	0,045	0,056	0,068	0,076
0,006	0,018	0,007	0,003	0,013	0,024	0,034	0,048	0,057	0,07
0,008	0,03	0,02	0,0065	0,0025	0,0135	0,024	0,036	0,048	0,058
0,01	0,04	0,03	0,018	0,0075	0,0062	0,0145	0,024	0,039	0,048
0,012	0,051	0,038	0,028	0,0165	0,007	0,004	0,015	0,025	0,038
0,014	0,063	0,052	0,04	0,028	0,015	0,006	0,004	0,015	0,027
0,016	0,08	0,063	0,051	0,04	0,0255	0,015	0,0045	0,006	0,015
0,018	0,09	0,075	0,06	0,051	0,036	0,027	0,015	0,045	0,0075
0,02	0,1	0,086	0,075	0,062	0,05	0,04	0,027	0,015	0,006

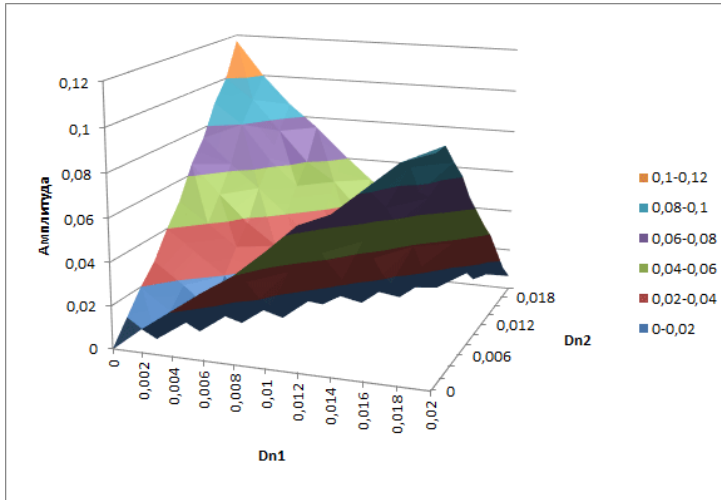


Рис. 1. Карта зависимости амплитуды ОКМ от зазоров люфта. D_{n1} и D_{n2} - зазоры люфтов параллельно работающих дизель-генераторов

Из карты настроек на рис. 1 видно, что при нулевых зазорах амплитуда ОКМ также равна нулю. При увеличении значений зазоров D_{n1} и D_{n2} становится больше и амплитуда ОКМ. Интересно, что при равных значениях зазоров люфта колебания минимальны. С ростом разницы значений зазоров люфтов амплитуда ОКМ значительно увеличивается.

Во-вторых, результаты математического моделирования (табл. 2) выявили, что амплитуда ОКМ (рис. 2) изменяется в зависимости от значений постоянных времени регуляторов частоты и их соотношения.

Таблица 2. Зависимость амплитуды ОКМ от значений постоянных времени

$T_{\omega 1}$ $T_{\omega 2}$	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
10	0	0	0	0,015	0,037	0,05	0,045	0,045	0,045	0,05
20	0	0	0,022	0,015	0,045	0,052	0,06	0,08	0,07	0,06
30	0	0,022	0,045	0,045	0,052	0,055	0,062	0,065	0,065	0,065
40	0	0,005	0,037	0,037	0,05	0,056	0,06	0,067	0,067	0,067
50	0,005	0,03	0,03	0,037	0,04	0,052	0,055	0,067	0,067	0,067
60	0,005	0,03	0,022	0,03	0,037	0,045	0,05	0,06	0,065	0,067
70	0,045	0,022	0,015	0,022	0,03	0,037	0,045	0,05	0,06	0,067
80	0,015	0,015	0,015	0,02	0,022	0,03	0,037	0,045	0,05	0,055
90	0,03	0,012	0,015	0,017	0,022	0,023	0,03	0,037	0,043	0,05
100	0,037	0,01	0,01	0,015	0,022	0,022	0,025	0,03	0,035	0,043

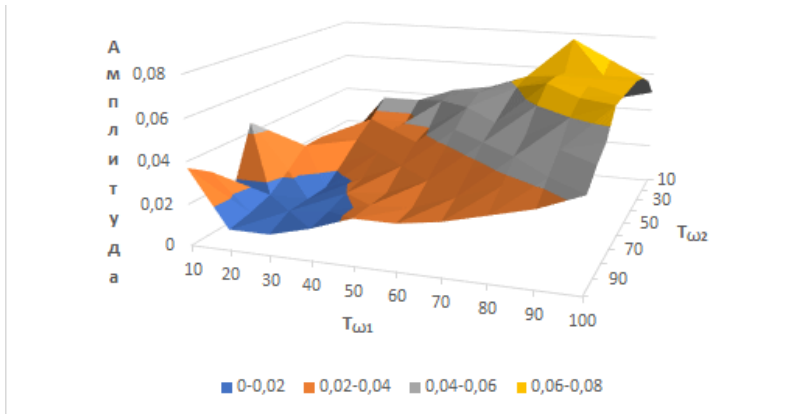


Рис. 2. Карта зависимости амплитуды ОКМ от значений постоянных времени регуляторов частоты. $T_{\omega 1}$ и $T_{\omega 2}$ - постоянные времени регуляторов частоты параллельно работающих дизель-генераторов

Проанализировать полную картину этой зависимости позволяет только карта настроек амплитуды ОКМ от значений постоянных времени регуляторов частоты построенная по результатам математического моделирования.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Савенко А.Е.* Влияние люфта на амплитуду обменных колебаний мощности в автономных электротехнических комплексах / А.Е. Савенко, П.С. Савенко // Известия высших учебных заведений. Проблемы энергетики. 2018. Т. 20 № 5-6. С. 46-54.
2. *Савенко А.Е.* Определение амплитуды обменных колебаний мощности при оптимизации работы автономного электротехнического комплекса / А.Е. Савенко, С.Е. Савенко // Семьдесят первая всероссийская научно-техническая конференция студентов, магистрантов и аспирантов высших учебных заведений с международным участием. 18 апреля 2018 г., Ярославль: сб. материалов конф. В. 3 ч. Ч. 2 [Электронный ресурс]. Ярославль: Изд-во ЯГТУ, 2018. С. 297-299.
3. *Голубев А.Н.* Математическая модель для расчета электромагнитных сил в синхронном электроприводе с постоянными магнитами / А.Н. Голубев, В.А. Мартынов, А.В. Алейников // Вестник ИГЭУ. 2015. № 1. С. 10-13.

**ПОВЫШЕНИЕ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ
НА ПРОИЗВОДСТВЕ ПУТЕМ ВВЕДЕНИЯ
АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ УЧЕТА
ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ**

О.И. Кравченко, А.Е. Савенко

Научный руководитель – **А.Е. Савенко**, канд. техн. наук, доцент

Керченский государственный морской технологический университет

Рассматривается внедрение автоматизированной системы коммерческого учета электроэнергии, в общем, и на отдельно взятом предприятии. В статье приведено описание назначения системы, её основных функций, а также сравнение возможностей современных электронных счетчиков с возможностями обычных индукционных.

***Ключевые слова:** автоматизированная система, электронные счетчики, снижение потерь*

**ENHANCING ENERGY EFFICIENCY IN PRODUCTION
BY INTRODUCING THE AUTOMATED ELECTRICITY
METERING SYSTEM**

O.I. Kravchenko, A.E. Savenko

Scientific Supervisor - **A.E. Savenko**, Candidate of Technical Sciences,
Associate Professor

Kerch State Maritime Technological University

The introduction of an automated system for commercial accounting of electricity, in general, and at a single enterprise. The article describes the purpose of the system, its basic functions, as well as a comparison of the capabilities of modern electronic meters with the capabilities of conventional induction.

***Keywords:** automated system, electronic meters, loss reduction*

В настоящее время экономия и достоверный учёт потребляемой электроэнергии это актуальная задача повышения энергоэффективности во всех сферах деятельности человека (промышленности, гражданском строительстве, жилищно-коммунальном хозяйстве). Качественный расход

как электрической, так и любой другой энергии требует соблюдения определённой точности, высокой степени автоматизации и оперативности. Благодаря этому можно создать все необходимые условия для комфортного, а главное экономного использования энергоресурсов. Именно таким важным шагом является точный учёт энергопотребления автоматизированная система коммерческого учёта электроэнергии (АСКУЭ). Правильное использование АСКУЭ позволяет в сжатые сроки принимать важные решения об изменении режима работы установленного электрооборудования, отслеживать текущий баланс, а также осуществлять оперативные расчёты потребления энергии.

Система автоматизированного контроля за отпуском и потреблением электроэнергии обеспечивает достоверный учёт. При установленной системе учёта энергоснабжающие предприятия (поставщик) и предприятия потребители могут контролировать расходы и качество полученной энергии. Совершенствование технологий обмена данными позволило существенно упростить коммерческий учёт энергоресурсов, в результате чего снизилась стоимость внедрения таких систем. Для корректного функционирования системы необходимы цифровые устройства учёта электроэнергии и мощности, коммуникаций, компьютеров, а также программного обеспечения. К основным преимуществам системы АСКУЭ можно отнести способность учитывать активную и реактивную энергию в соответствии с действующим тарифом, а оборудование позволяет вычислять показатель мощности мгновенно [1].

АСКУЭ, устанавливаемые на энергообъектах для автоматизированного контроля и учёта электроэнергии и мощности, в том числе с целью измерений активной и реактивной электроэнергии, относятся к измерительным системам. В общем случае они представляют собой совокупность функционально объединённых масштабных измерительных преобразователей (измерительные трансформаторы тока и напряжения), интегрирующих приборов (счетчики электроэнергии с импульсным и/или цифровым интерфейсом), концентраторов или устройств сбора данных (УСД), устройств сбора и передачи данных (УСПД), центральных вычислительных устройств и других технических средств, размещённых в разных точках контролируемого энергообъекта и соединённых между собой каналами и/или линиями связи.

Рассмотрим пример внедрения системы АСКУЭ на крупном предприятии - АО «Керченский металлургический завод». На рис. 1 представлена структурная схема двухуровневой автоматизированной системы внедрённой на данном предприятии, в которой первый уровень это главная понижающая подстанция и удалённые трансформаторные подстанции, а второй - это принимающий модем и подключённый к нему компьютер с установленной системой для считывания и обработки данных с модема

находящегося на рабочем месте инженера. Такая структура позволяет следить за работой системы в любой момент времени и мониторить состояние работоспособности счетчиков, а также собирать данные по ежедневному расходу электроэнергии по предприятию. Кроме того, важным фактором эксплуатации является диагностика состояния ограничителей перенапряжения для поддержания качества электрической энергии. Такое построение позволяет снизить уровень аварийности на подстанциях связанных с выходом из строя ограничителей перенапряжений и тем самым защитить электрооборудование [2].



Рис. 1. Структурная схема автоматизированной системы

В нашем случае устанавливались современные электронные счетчики ПСЧ-4ТМ.05 и СЭТ-4ТМ.02М с повышенной точностью учета, которые позволяют осуществлять снижение потерь за счет более высокого класса точности рабочего электронного счетчика (класс 0.2 и 0.5 против 1.0 и 2.0 у индукционного счетчика). Параллельно снижению потерь происходит повышение точности учета за счет самоадаптации электронных счетчиков к существующим несинусоидальным искажениям формы кривой переменного тока в сети и возможным быстропеременным нагрузкам, что совершенно невозможно при работе индукционных счетчиков, в таких условиях они сбиваются и просто «врут» [3].

Установка таких счетчиков с различными многотарифными системами (каналами) позволяют экономическими рычагами оптимизировать весь процесс потребления электроэнергии, что позволяет снизить оплату потребителя и перейти с оплаты по часам мощности на почасовую оплату. Помимо снижения тарифов на электроэнергию понижается также и тариф на мощность. При расчете расхода электроэнергии и потребляемой мощности при помощи индукционных счетчиков и расчете этих показателей

по часам мощности расход составлял в среднем 3600 МВт*ч с оплатой по 18-20 млн.рублей. При расчете аналогичных расходов электронными счетчиками оплата стала составлять в среднем 10-12 млн. рублей.

При установке современного типа счетчиков снижаются эксплуатационные затраты за счет повышения межповерочного интервала в 3-5 раз (в силу отсутствия подвижных механизмов и механического износа трущихся частей, которые в индукционном счетчике вызывают необходимость более частой поверки) [4].

Однако необходимо учитывать, что в электронных счетчиках могут происходить неисправности, поэтому необходимо иметь некоторое количество резервных счетчиков для замены. При этом ранее собранная информация остается в системе (происходит дублирование информации).

При работе АСКУЭ на нашем предприятии в течение двух лет, система полностью окупилась за первый месяц работы, что, несомненно, является очень хорошим показателем. Установка АСКУЭ позволила сократить время снятия ежедневных показаний расхода электроэнергии с более чем 150 счетчиков, а также упростила работу с ними. Единственный недостаток, выявленный на данный момент, это периодический сбой при опросе, который осуществляется посредством модемов и вставленных в них сим карт. Периодичность этих сбоев зависит исключительно от сети мобильного оператора. В настоящее время нами проводятся исследования, направленные на устранение этой зависимости.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Программное обеспечение ЭНФОРС АСКУЭ БП. Руководство пользователя. ООО «ЭНФОРС», 2015. 163 с.
2. *Гардин А.И.* Универсальный стенд по изучению автоматизированных систем контроля и учета электроэнергии / А.И. Гардин, А.Е. Логачев // Журнал «Труды НГТУ им. Р.Е. Алексеева». Вып. № 1 (116). Изд-во НГТУ имени Р.Е. Алексеева, 2017. С. 90-98.
3. *Гуртовцев А.Л.* Избранные работы по АСКУЭ (1981-2009) // Авторизированный сборник опубликованных статей. Мн. Интернет-издание [Электронный ресурс], 2018. 606 с.
4. *Чичёв С.И.* Модернизация автоматизированной системы контроля и учёта электроэнергии региональной сетевой компании // Журнал «Энергобезопасность и энергосбережение» Вып. 2 (32). Изд-во: Московский институт энергобезопасности и энергосбережения, 2010. 5 с.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ТЕПЛООБМЕНА И ПОЖАРА В ЗДАНИИ

П.А. Данилов, О.Ю. Марьясин

Научный руководитель – **О.Ю. Марьясин**, канд. техн. наук,
доцент

Ярославский государственный технический университет

Рассмотрено использование полевых моделей и программы FDS для моделирования процессов теплообмена и пожара в здании. Приведены примеры моделей теплообмена и возгорания в помещении. Использование открытых файловых форматов, позволяет легко организовать взаимодействие полевых моделей с информационными моделями зданий и энергомоделями.

Ключевые слова: вычислительная гидродинамика, полевая модель, теплоперенос, моделирование пожара, FDS

HEAT TRANSFER AND FIRE SIMULATION IN A BUILDING

P.A. Danilov, O.Yu. Maryasin

Scientific Supervisor – **O.Yu. Maryasin**, Candidate of Technical
Sciences, Associate Professor

Yaroslavl State Technical University

The article describes the use of field models and the FDS program for modeling the processes of heat transfer and fire in a building. Examples of heat transfer and fire models in a room are given. Open file formats make it easy to organize the interaction of CFD models with building information models and energy models.

Keywords: computational fluid dynamics, field model, heat and mass transfer, fire simulation, FDS.

Модели вычислительной гидродинамики, обозначаемые в зарубежной литературе аббревиатурой CFD (Computational Fluid Dynamics), являются мощным и универсальным инструментом, поскольку они основаны на решении уравнений в частных производных, выражающих фундаментальные законы сохранения в каждой точке расчетной области. В специ-

альной литературе по математическому моделированию пожаров, электромагнитных процессов или процессов, протекающих в электротехнических и электронных устройствах, такие модели получили название полевых моделей [1].

Основой для полевых моделей пожаров являются уравнения, выражающие законы сохранения массы, импульса, энергии и масс компонентов в рассматриваемом малом контрольном объеме [1,2]. Уравнение сохранения массы (уравнение неразрывности)

$$\frac{\partial \rho}{\partial t} + \sum_{j=1}^3 \frac{\partial}{\partial x_j} (\rho u_j) = 0, \quad (1)$$

где ρ – плотность, кг/м³, u_j – проекции вектора скорости u на оси x_j , $j = 1, 2, 3$, м/с. Уравнение сохранения импульса (уравнение Навье-Стокса)

$$\frac{\partial}{\partial t} (\rho u_i) + \sum_{j=1}^3 u_j \frac{\partial}{\partial x_j} (\rho u_i) = -\frac{\partial p}{\partial x_i} + \sum_{j=1}^3 \frac{\partial \tau_{ij}}{\partial x_j} + \rho g_i, \quad i = 1, 2, 3, \quad (2)$$

где p – динамическое давление, Па, g_i – проекция ускорения свободного падения на ось i , м/с², τ_{ij} – тензор вязких напряжений.

$$\tau_{ij} = \mu \left(\frac{\partial u_i}{\partial x_j} + \frac{\partial u_j}{\partial x_i} - \frac{2}{3} \frac{\partial u_k}{\partial x_k} \delta_{ij} \right), \quad i, j, k = 1, 2, 3,$$

где μ – коэффициент динамической вязкости, Па·с, δ_{ij} – символ Кронекера.

Уравнение сохранения энергии

$$\frac{\partial}{\partial t} (\rho h) + \sum_{j=1}^3 \frac{\partial}{\partial x_j} (\rho u_j h) = \frac{\partial p}{\partial t} + \sum_{j=1}^3 \frac{\partial}{\partial x_j} \left(\frac{\lambda}{c_p} \frac{\partial h}{\partial x_j} \right) - \sum_{j=1}^3 \frac{\partial q_{Rj}}{\partial x_j}, \quad (3)$$

где $h = h_0 + \int_{T_0}^T c_p dT + \sum_k Y_k H_k$ – энтальпия смеси, c_p – теплоемкость смеси при постоянном давлении, Y_k – массовая концентрация k -го компонента смеси, кг/кг, H_k – теплота образования k -го компонента смеси, Дж/кг, q_{Rj} – радиационный поток энергии в направлении x_j .

Уравнение сохранения k -го химического компонента

$$\frac{\partial}{\partial t} (\rho Y_k) + \sum_{j=1}^3 \frac{\partial}{\partial x_j} (\rho u_j Y_k) = \sum_{j=1}^3 \frac{\partial}{\partial x_j} \left(\rho D \frac{\partial Y_k}{\partial x_j} \right) + S_k, \quad (4)$$

где D – коэффициент диффузии, S_k – скорость образования k -го компонента.

Для замыкания системы уравнений (1)-(4) используется уравнение состояния идеального газа. Для смеси газов оно имеет следующий вид

$$p = \rho R_0 T \sum_k \frac{Y_k}{M_k}, \quad (5)$$

где R_0 – универсальная газовая постоянная, M_k – молярная масса k -го компонента. Для моделирования пожара модель (1)-(5) дополняется уравнениями для учета турбулентности, горения и радиационного переноса. Для решения полученной системы уравнений ее необходимо дополнить начальными и граничными условиями.

В настоящее время на рынке присутствует достаточно много программ, позволяющих проводить моделирование процессов теплообмена и пожара. Среди них есть как CFD программы общего назначения, такие как ANSYS, STAR-CD, Phoenics, OpenFOAM, так и специализированные продукты, такие как FDS или Phoenics FD. В данной работе авторы рассматривают возможности программного комплекса FDS+Smokeview для моделирования процессов теплообмена и пожара в здании.

Программа FDS (Fire Dynamics Simulator), разработана Национальным институтом стандартов и технологии (NIST) США в кооперации с научно-исследовательскими организациями других стран [3]. Она реализует CFD модель, в основе которой лежат уравнения подобные (1)-(5), и численно решает систему уравнений в частных производных для низкоскоростных температурно-зависимых потоков. Возможности FDS позволяют моделировать такие процессы как лучистый и конвективный теплоперенос в газе, турбулентное диффузионное горение, пиролиз горючих материалов, рост очага пожара и распространение пламени, измерение параметров датчиками, активацию спринклеров, тепловых и дымовых извещателей, работу спринклеров и тушение пожаров распылённой водой. На рис. 1 показана модель теплообмена в помещении прямоугольной формы, связанная с передачей заданного теплового потока через стенку.

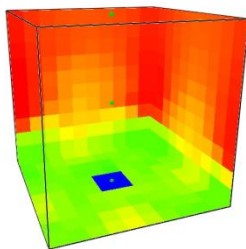


Рис. 1. Модель теплообмена в помещении

Для расчетов FDS считывает входные данные из текстового файла, в котором задаются параметры сетки, расчетное время, геометрия модели, расположение и свойства источника тепла (или огня), датчики, их расположение и другие параметры. Входной файл для программы FDS может быть подготовлен с помощью любого текстового редактора. Результаты расчетов и показания датчиков сохраняются в текстовых файлах и файлах

формата .CSV. Для визуализации результатов вычислений используется программа Smokeview.

Модель ситуации, связанной с возгоранием мягкой мебели в помещении показана на рис. 2. В жилых помещениях мягкая мебель может составлять значительную часть горючих материалов. Моделирование возгорания на мягкой мебели требует упрощения ее структуры и материалов. Поэтому обивка мебели была описана как ткань, покрывающая пеноматериал.

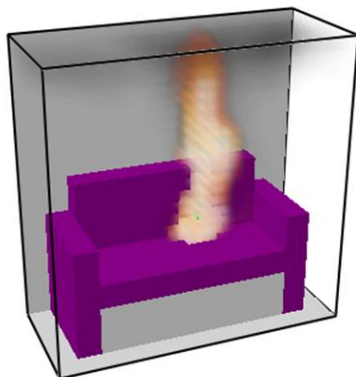


Рис. 2. Модель возгорания мягкой мебели в помещении

Таким образом, в работе рассмотрено использование полевых моделей и программы FDS для моделирования процессов теплообмена и пожара в здании. Приведены примеры моделей теплообмена и возгорания в помещении. Использование программой FDS открытых файловых форматов, позволяет легко организовать взаимодействие CFD моделей с информационными моделями зданий и энергомоделями. Программу FDS предполагается включить в комплекс программ цифрового двойника здания.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Применение полевого метода математического моделирования пожара в помещениях. Методические рекомендации. М.: ВНИИПО, 2003. 35 с.
2. Патанкар С. Численные методы решения задач теплообмена и динамики жидкостей. М.: Энергоатомиздат, 1984. 150 с.
3. FDS-SMV [Электронный ресурс]. URL: <https://pages.nist.gov/fds-smv/> (дата обращения: 21.02.2019).

РАЗРАБОТКА КОМПЬЮТЕРНОЙ МОДЕЛИ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ТЕПЛООВОГО ПУНКТА

А.Н. Махин, О.Ю. Марьясин

Научный руководитель – **О.Ю. Марьясин**, канд. техн. наук,
доцент

Ярославский государственный технический университет

Рассмотрена компьютерная модель автоматизированного теплового пункта. Модель реализована в системе Simulink пакета программ MATLAB. Полученная компьютерная модель может быть использована для определения настроек регуляторов, поиска энергоэффективных алгоритмов управления, определения оптимальных режимов функционирования, оперативного моделирования различных ситуаций, при создании цифрового двойника теплового пункта.

Ключевые слова: индивидуальный тепловой пункт, пластинчатый теплообменник, компьютерная модель, Simulink.

DEVELOPMENT OF A COMPUTER MODEL OF AUTOMATED HEAT UNIT

A.N. Makhin, O.Yu. Maryasin

Scientific Supervisor – **O.Yu. Maryasin**, Candidate of Technical
Sciences, Associate Professor

Yaroslavl State Technical University

The article describes a computer model of an automated heat unit. The model is implemented in the Simulink system of the MATLAB software package. A computer model can be used to determine the settings of regulators, search for energy-efficient control algorithms, determine optimal operating modes, simulate various situations, and create a digital twin for a heat point.

Keywords: individual heat point, computational fluid dynamics, plate heat exchanger, a computer model, Simulink.

В области теплоснабжения зданий постоянно происходят большие потери тепловой энергии. Основной причиной этого является низкая автоматизация существующих систем теплоснабжения зданий, не позволяющая производить погодозависимое управление теплоснабжением с учетом

индивидуальной тепловой инерционности зданий. Автоматизированные индивидуальные тепловые пункты (ИТП) позволяют полностью осуществить в зданиях мероприятия по экономии тепла, воды, электроэнергии на перекачку, а также получить снижение затрат на прокладку трубопроводов систем тепло- и водоснабжения.

В новом строительстве и при модернизации зданий сейчас повсеместно используются ИТП с независимой схемой присоединения системы отопления (СО) и системы горячего водоснабжения (ГВС). Основным технологическим оборудованием ИТП с независимой схемой присоединения СО и ГВС являются теплообменники. В качестве теплообменников в ИТП, в настоящее время, все чаще используются пластинчатые теплообменники (ПТ). ПТ имеют множество преимуществ перед традиционными кожухотрубными теплообменниками. Они более компактны (площадь при монтаже, обслуживании и ремонте меньше в 2 – 10 раз), имеют более высокий коэффициент теплопередачи и большую эффективность.

Вопросы расчета и моделирования ПТ в настоящее время, достаточно хорошо освещены в научной литературе [1,2]. Авторами разработана компьютерная модель ПТ, основанная на модели, описанной в [3]. В качестве базовой модели была взята модель системы, состоящей из трех пластин с противоточным течением жидкостей. Учет изменения температуры по длине пластины производился путем использования ячеечной модели. Высокая турбулентность потока в ПТ позволяет ограничиться небольшим числом ячеек. Имея математическую модель системы из трех пластин можно построить модель ПТ, состоящего из любого числа пластин. При построении модели учитывалось, что потоки греющей и нагреваемой воды распределяются параллельно между всеми пластинами. Температура греющей воды на выходе из теплообменника и температура нагреваемой воды на выходе из теплообменника получаются путем смешивания потоков из соответствующих каналов. Кроме того, в модели учитывался эффект того, что температура греющей воды при течении от начала к концу теплообменника будет постепенно уменьшаться, а температура нагреваемой воды при течении от начала к концу теплообменника будет увеличиваться. Основным отличием разработанной модели ПТ от модели, представленной в [3] является учет теплопроводности через стенки пластин и потерь тепла в окружающую среду.

На основе модели ПТ авторами разработана компьютерная модель ИТП с независимой схемой присоединения СО и ГВС в системе Simulink пакета программ MATLAB. Фрагмент блок-диаграммы Simulink показан на рис. 1. Подсистема Heater CO моделирует теплообменник СО, а подсистема Heater HWS – теплообменник ГВС. Для регулирования температуры в СО используется блок ПИД-регулятора PID Controller CO, а для регулирования температуры в системе ГВС блок PID Controller HWS. Блок

ТМixer моделирует трехходовой клапан, используемый в системе регулирования.

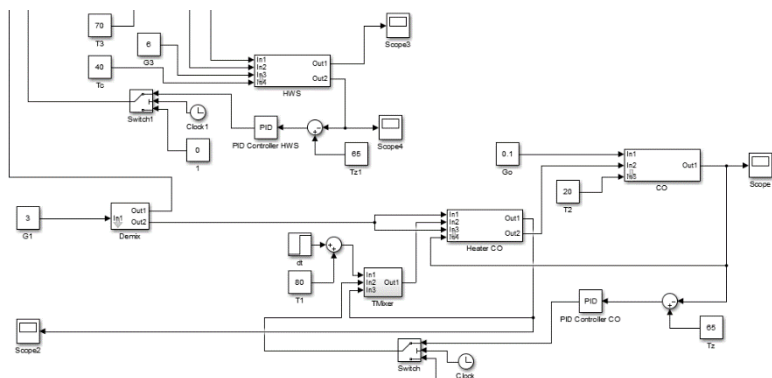


Рис. 1. Фрагмент компьютерной модели ИТП

Задача идентификации компьютерной модели ПТ, осложняется тем, что экспериментальные данные для проведения идентификации могут быть получены только во время работы автоматической системы регулирования (АСР) ИТП. Структурная схема АСР ИТП показана на рис. 2. На данной структурной схеме: T_1 – температура воды, поступающей из тепловой сети, T_{CO} – температура воды на входе в СО, T_s – температура нагревающей воды, T_z – задание по температуре. Вначале по экспериментальным данным определяется передаточная функция замкнутой системы по каналу задания, а по ней, передаточная функция теплообменника. Зная передаточную функцию теплообменника можно провести идентификацию компьютерной модели ПТ, используя процедуру подобную процедуре, описанной в [3] и отличающуюся только увеличенным числом идентифицируемых параметров.

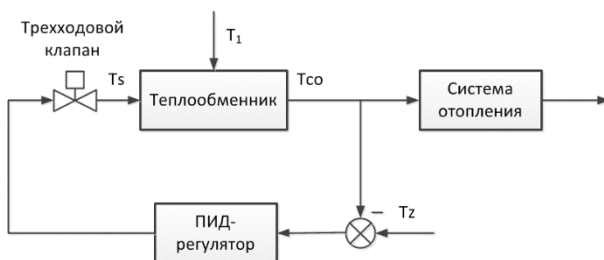


Рис. 2. Структурная схема АСР ИТП

Графики изменения температуры в СО при изменении температуры греющей воды на входе в ПТ на 5°C , рассчитанные с использованием передаточной функции и компьютерной модели ПТ, показаны на рис. 3. На

рис. 3 сплошной линией показан график, полученный по компьютерной модели ПТ, а пунктирной линией – с использованием передаточной функции. Из рисунка видно, что переходные процессы имеют примерно одинаковую инерционность, а разница между установившимися значениями не превышает 1–1,5 °С.

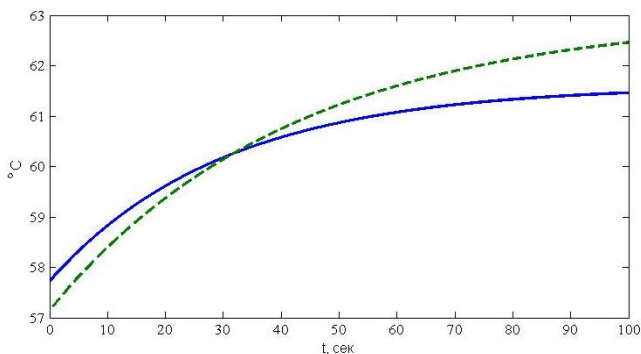


Рис. 3. График изменения температуры в СО

Таким образом, в работе рассмотрена компьютерная модель автоматизированного ИТП. Модель реализована в системе Simulink пакета программ MATLAB. Полученная компьютерная модель может быть использована для определения настроек регуляторов ИТП, поиска энергоэффективных алгоритмов управления, определения оптимальных режимов функционирования, оперативного моделирования различных ситуаций, при создании цифрового двойника ИТП.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Барановский Н.В. Пластинчатые и спиральные теплообменники / Н.В. Барановский, Л.М. Коваленко, А.Р. Ястребенецкий. М.: Машиностроение, 1973. 288 с.
2. Зингер Н.М. Пластинчатые теплообменники в системах теплоснабжения / Н.М. Зингер, А.М. Тарадай, Л.С. Бармина. М.: Энергоатомиздат, 1995. 270 с.
3. Колодкина А.С. Компьютерное моделирование пластинчатых теплообменников / А.С. Колодкина, А.А. Акимов // Сборник трудов XXVIII международной научной конференции “Математические методы в технике и технологиях ММТТ-28”. Т. 8. Саратов: Саратов. гос. техн. ун-т, 2015. С.112–115.

ОПТИМИЗАЦИЯ РЕКТИФИКАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ С РЕЦИКЛОМ

В.А. Швецов, Г.Г. Вилков

Научный руководитель – **Г.Г. Вилков**, д-р техн. наук, профессор

Ярославский государственный технический университет

Решена задача совместного проектирования и управления ректификационной системой с рециклом с использованием энтропийно-информационного анализа. Предложен алгоритм оптимизации.

Ключевые слова: энтропийно-информационный анализ, ректификация, проектная постановка, поверочная постановка, отбор продукта, температура куба, условие оптимальности.

OPTIMIZATION OF A RECYCLING RECTIFICATION SYSTEM

V.A. Shvetsov, G.G. Vilkov

Scientific Supervisor – **G.G. Vilkov**, Doctor of Technical Sciences,
Professor

Yaroslavl State Technical University

The problem of the joint design and management of a distillation system with recycling using entropy-information analysis has been solved. An optimization algorithm is proposed.

Key words: entropy-information analysis, rectification, design statement, calibration statement, product selection, cube temperature, condition of optimality.

Проведён энтропийно-информационный анализ ректификационной системы с рециклом с целью решения задач проектирования и управления [1,2]. Объектом является двухколонная система, разделяющая многокомпонентную смесь. На рисунке 1 представлена структурная схема системы.

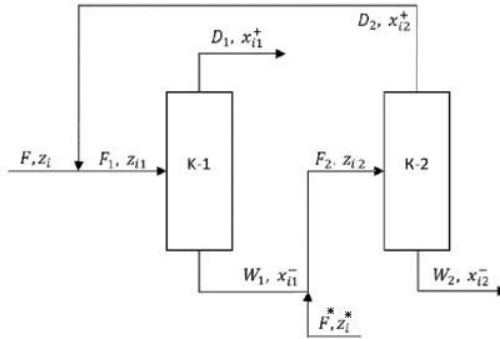


Рис. 1. Структурная схема ректификационной системы с рециклом

На схеме обозначено F, F^*, F_j, D_j, W_j – мольные расходы сырья, дополнительного сырья, питания, дистиллята и кубового продукта j -й колонны соответственно; $z_i, z_i^*, z_{ij}, x_{ij}^+, x_{ij}^-$ – мольные концентрации i -го компонента в сырье, дополнительном сырье, питании, дистилляте и кубовом продукте j -й колонны соответственно.

При энтропийно-информационном анализе используются энтропийные математические модели отдельных ректификационных колонн. Постановка задачи моделирования заключается в следующем: требуется найти такие управления системой, которые обеспечили бы получение товарной фракции заданного качества при выполнении ограничения на температуру в кубе колонны К-1 и минимальных общих затратах на разделение.

В задаче проектирования в качестве ограничения выбирается заданная концентрация целевого компонента в одном из продуктовых потоков колонны (x_i^+ или x_i^-). В результате расчета находятся высота колонны, составы выходных потоков, оптимальные отборы продуктов и другие режимные и конструктивные параметры [3]. Решением сформулированной условной экстремальной задачи являются уравнения:

$$x_{ij}^+ = F_j x_n^+ z_{ij} / \left[D_j x_n^+ + (F_j z_n - D_j x_n^+) \left(\frac{\alpha_i}{\alpha_n} \right)^{-\lambda} \right]; i = 1, \dots, m, \quad (1)$$

$$x_{ij}^- = [F_j^2 z_n z_{ij} - F_j D_j x_n^+ z_{ij}] / \left[F_j W_j z_n - D_j W_j x_n^+ + D_j W_j x_n^+ \left(\frac{\alpha_i}{\alpha_n} \right)^\lambda \right];$$

$$i = 1, \dots, m, \quad j = 1, 2; \quad (2)$$

$$\sum_{i=1}^m x_{ij}^+ = 1, \quad (3)$$

где α_i – коэффициент относительной летучести i -го компонента, m – число компонентов в питании, n – номер компонента, концентрация которого в

выходном потоке задана; λ – множитель Лагранжа в условной экстремальной задаче, имеющий физический смысл минимального числа теоретических тарелок для заданного качества разделения [1]. При проектировании λ является критерием оптимальности.

При управлении процессом ректификации используется поверочная модель. Ограничением при расчете является высота колонны, а определению подлежат составы выходных потоков, оптимальные отборы продуктов и другие параметры. Математическая модель включает в себя следующие уравнения:

$$x_{ij}^+ = F_j z_{ij} / \left[D_j + W_j \left(\frac{\alpha_i}{\alpha_{sp}} \right)^{-\lambda} \right]; i = 1, \dots, m, j = 1, 2; \quad (4)$$

$$x_{ij}^- = F_j z_{ij} / \left[W_j + D_j \left(\frac{\alpha_i}{\alpha_{sp}} \right)^{\lambda} \right]; i = 1, \dots, m, j = 1, 2; \quad (5)$$

$$\sum_{i=1}^m x_{ij}^+ = 1, \quad (6)$$

где $\alpha_{гр}$ – коэффициент относительной летучести гипотетического граничного компонента.

В качестве критерия оптимальности используется критерий относительной организованности процесса разделения, оценивающий раздельную способность как отдельных колонн, так и ректификационной системы в целом. В общем случае критерий организованности описывается как $\eta = (H_{ex} - H_{ввх})$, где H_{ex} , $H_{ввх}$ – информационные энтропии, оценивающие неупорядоченность потоков на входе и выходе разделительной системы. Системность принятых критериев оптимальности проверяется в результате сопоставления отборов продуктов, найденных в задачах проектирования и управления. В проектном расчете при фиксированной концентрации целевого компонента определяется оптимальный отбор дистиллята из условия минимума λ . При этом значении λ , используя уравнения (4)–(6), вычисляется оптимальный отбор из условия максимума η [3].

В качестве примера рассмотрено выделение пропан-пропиленовой фракции из восьмикомпонентной смеси углеводородов. С целью недопущения полимеризации некоторых веществ на температуру в кубе колонны К-1 наложено ограничение: она не должна превышать 88⁰С.

Задача проектирования и управления решалась при различных значениях рецикла D_2 (20, 60, 80, 90 [м³/ч]). При решении проектной задачи установлено, что минимум λ_1 и минимум $\lambda_{системы}$ достигается при примерно одинаковых значениях интенсивного управления – относительного отбора дистиллята ε_y в колонне К-1 независимо от расхода рецикла. Получились следующие значения: $\varepsilon_y = 0.5$, $D_1 = 325$ м³/ч. При этом температура куба К-1 меньше 88⁰С.

Получив решение проектной задачи, переходим к задаче управления, используя при этом минимальные значения λ_1 и λ_2 . По результатам её

решения построены графики зависимости критерия η для разделительной системы при различных значениях расхода рецикла.

Из графиков видно, что максимум изображенных кривых достигаются при примерно одинаковых отборах дистиллята в колонне К-1.

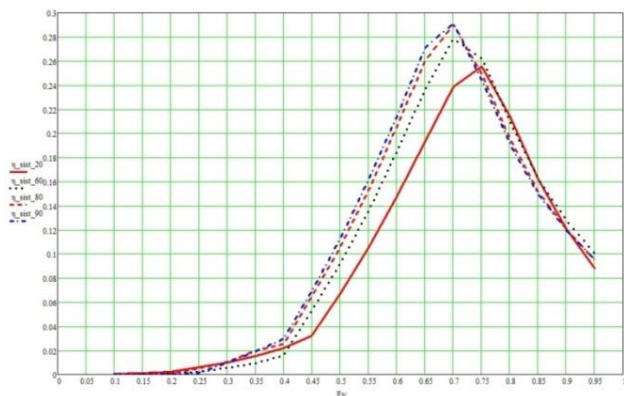


Рис. 2. Графики критериев разделительной способности системы от доли отбора дистиллята колонны К-1

Анализ выполненных расчётов показывает, что при оптимизации ректификационной системы незначительно уменьшается производительность по товарной фракции, обеспечиваются требования к качеству готовой продукции, а также выполняется технологическое требование на температурное ограничение в кубе колонны К-1 при минимально необходимых общих затратах на ректификацию.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Балунов А.И.* Энтропия и информация в теории ректификации / А.И. Балунов, В.П. Майков // Изв. вузов. Химия и хим. технология. 2003. Т. 46. № 9. С. 54-67.
2. *Балунов А.И.* Оптимальный отбор продуктов в процессе ректификации. Энтропийно-информационный анализ / А.И. Балунов, В.П. Майков // Изв. вузов. Химия и хим. технология. 2013. Т. 56. № 4. С.97-106.
3. *Вилков Г.Г.* Проектирование и управление разделительными химико-технологическими системами // Математика и естественные науки. Теория и практика: Межвуз. сб. науч. тр. Вып.11. Ярославль: Издат. дом ЯГТУ, 2016. С. 183-192.

АВТОМАТИЗАЦИЯ СТЕНДА ДЛЯ ИСПЫТАНИЙ КТЭО КАРЬЕРНОГО САМОСВАЛА

Р.О. Горелкин

Научный руководитель - **А.Б. Виноградов**, д-р техн. наук,
профессор

Ивановский государственный энергетический университет

Для испытаний комплектов тягового электрооборудования карьерных самосвалов создаётся новый стенд. Целью является приближение условий испытаний на стенде к условиям работы самосвала. Для этого разработана плата и ПО контроллера датчиковой системы стенда и управления имитатором ДВС.

***Ключевые слова:** автоматизация, испытания, стенд, тяговое электрооборудование, карьерный самосвал.*

AUTOMATION OF WORK BENCH FOR THE TESTS OF TRACTION ELECTRICAL EQUIPMENT OF DUMP TRUCK

R.O. Gorelkin

Scientific Supervisor - **A.B. Vinogradov**, Doctor of Technical
Sciences, Professor

Ivanovo State Power University

New work bench for the tests of traction electrical equipment of dump truck are creating. The aim is approximation of work bench test conditions to dump truck work conditions. Controller board and software for work bench sensor signals processing and diesel imitator control are designed.

***Keywords:** automation, test, work bench, traction electrical equipment, dump truck.*

Карьерные самосвалы БЕЛАЗ особо большой грузоподъёмности (90 тонн и выше) используют схему последовательного гибрида, включающую: ДВС (дизель) – источник механической энергии, генератор - преобразователь механической энергии в электрическую и два электропривода задних колёс самосвала. Комплект тягового электрооборудования (КТЭО) включает электрические машины (генератор и тяговые двигатели),

шкаф преобразователей и систем управления (ШПСУ) электроприводами, а также контроллер верхнего уровня (КВУ), управляющий работой всего КТЭО и контроллера ДВС на основе информации от органов управления в кабине самосвала [1]. Создаваемый в настоящее время новый стенд для проведения испытаний и исследовательских работ с (КТЭО), в отличие от существующего, будет расположен в отдельном помещении, иметь кабину самосвала со всеми органами управления, регулируемый привод гонного двигателя – имитатора ДВС, измерительные тензометрические муфты на валах синхронного тягового генератора (СГТ) и тяговых асинхронных двигателей (ТАДов), датчики фазных токов ТАД. Также на стенде будет реализовано управление всеми его элементами от персонального компьютера (ПК) через КВУ, что обеспечит условия работы КТЭО на стенде максимально приближенные к условиям на самосвале.

Роль имитатора ДВС выполняет преобразователь частоты (ПЧ) *Vacon NXC 1030-6*. Он поддерживает протокол *MODBUS*, при подключении платы *fieldbus* [2]. КВУ управляет контроллером ДВС по протоколу *J1939* [3]. Так как нужно реализовать ретрансляцию кадров *J1939* в *MODBUS* и обратно, а также обеспечить обработку сигналов датчиков тока, напряжения и момента, передачу полученной информации в ПК, формирование дискретных сигналов синхронизации процедур наладки для приводов, индикацию состояния и режимов работы имеет смысл сделать устройство, выполняющее нужные функции самостоятельно.

Для выполнения целей была разработана плата контроллера датчиковой системы и управления ПЧ (КДСУ, рис. 1). Она имеет следующие возможности:

1. Два набора аналоговых входов для приема сигналов с датчиков испытуемых приводов (3 фазных тока, 3 фазных напряжения, напряжение DC, температура двигателя).
2. Два аналоговых входа для приёма сигналов с тензометрических муфт.
3. Четыре дискретных входа общего назначения.
4. Три релейных выходы общего назначения.
5. Два порта RS485.
6. Порт CAN.
7. Дискретный вход и выход для синхронизации с ШИМ испытуемых приводов.
8. Разъем для подключения JTAG-эмулятора.
9. Вывод статусной информации на светодиодные индикаторы.



Рис. 1. Внешний вид платы контроллера

На сегодняшний день выполняется разработка и отладка программного обеспечения (ПО) КДСУ, реализующего следующие функции:

1. Инициализация и настройка контроллера платы.
2. Аналого-цифровое преобразование сигналов датчиков, их фильтрация и представление в цифровом формате, предназначенном для передачи в ПК.
3. Преобразование принятого от КВУ по CAN кадра управления в формат MODBUS и его передача в ПЧ гонного двигателя.
4. Считывание информации с ПЧ и её передача КВУ и ПК.
5. Осуществление обмена данными между ПК и КДСУ.

Автоматизация испытательного стенда с помощью данного проекта значительно сократит время проведения испытаний, улучшит точность измерений и обеспечит условия работы КТЭО приближенные к работе в составе самосвала.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Результаты разработки и испытаний комплекта электрооборудования карьерного самосвала грузоподъемностью 240 т / А.Б. Виноградов, Н.Е. Гнездов, С.В. Журавлев, А.Н. Сибирцев // Электротехника. 2015. № 3. С. 38-45.
2. Руководство по эксплуатации преобразователем частоты Vacon NXC. Описание [Электронный ресурс]. Электрон. текстовые и графические дан. Режим доступа: <http://cloud.xn----7sbfedebzbdrkbi5bmwkezhw8r1a.xn--p1ai/catalog/content-elre/vacon/1-1.pdf>, свободный (дата обращения 14.02.2020).
3. Voss W. A Comprehensive Guide to J1939 / Wilfried Voss. Greenfield, MA, USA: Copperhill Technologies Corporation, 2008. 113 с.

УДК 66.011

ОПТИМИЗАЦИЯ БЛОКА РЕКТИФИКАЦИИ УСТАНОВКИ ИЗОМЕРИЗАЦИИ

П.С. Яичкова, Г.Г. Вилков

Научный руководитель – **Г.Г. Вилков**, д-р техн. наук, профессор

Ярославский государственный технический университет

Проведен анализ четырехколонной ректификационной системы с применением энтропийных математических моделей процесса ректификации. Результаты анализа использованы для оптимизации системы.

Ключевые слова: ректификационная система, декомпозиция, информационный критерий относительной организованности, математическая модель процесса ректификации.

OPTIMIZATION OF THE RECTIFICATION MODULE OF ISOMERISATION PLANT

P.S. Yaichkova, G.G. Vilkov

Scientific Supervisor - **G.G. Vilkov**, Doctor of Technical Sciences,
Professor

Yaroslavl State Technical University

A four-column rectification system using entropy mathematical models of the rectification process was analyzed. The results of the analysis were used to optimize the system.

Key words: rectification system, decomposition, information criterion of relative organization, mathematical model of the rectification process.

В предыдущей работе [1] авторами решена задача декомпозиции четырехколонной ректификационной системы на оптимальные подсистемы (отдельные ректификационные колонны). В результате решения этой задачи определены значения расходов выходных потоков колонн и концентраций компонентов в них, обеспечивающие получение товарных фракций регламентного качества при минимально необходимых для этого затратах на разделение.

В настоящей работе результаты декомпозиции используются для оптимизации отдельных ректификационных колонн, выступая в качестве ограничений типа равенств.

При оптимизации используются энтропийные математические модели ректификационных колонн. Такие модели позволяют получить наиболее вероятные распределения концентраций в выходных потоках колонн в условиях объективной, но всегда неполной информации.

Математическая формулировка задачи моделирования колонны заключается в следующем [2]: требуется найти такие значения x_i^+ и x_i^- , которые обеспечили бы максимум информационной энтропии:

$$H = -\varepsilon_y \sum_1^m x_i^+ \ln x_i^+ - \varepsilon_x \sum_1^m x_i^- \ln x_i^-; i = 1, \dots, m, \quad (1)$$

где x_i^+ , x_i^- – мольные концентрации i -го компонента в дистилляте и кубовом продукте; ε_y , ε_x – мольные доли отбора дистиллята и кубового продукта; m – количество компонентов в питании колонны; при соблюдении следующих условий:

$$\varepsilon_y \cdot x_i^{++\varepsilon_x x_i^{-}=z_i}, \quad (2)$$

$$\sum_{i=1}^m x_i^{+1}; \sum_{i=1}^m x_i^{-}=1, \quad (3)$$

$$\varepsilon_y \sum a_{yi} x_i^{++\varepsilon_x \sum a_{xi} x_i^{-}=a}. \quad (4)$$

Уравнение (2) – уравнение покомпонентного материального баланса по компоненту i , z_i – мольная концентрация этого компонента в питании; (3) – уравнения нормировки концентраций; уравнение (4) вводит свойства компонентов и означает, что колонна работает в режиме, характеризующимся средним значением энергетического параметра, равного $\langle a \rangle$. Для удобства расчетов в результате подстановок вместо параметров a_{yi} и a_{xi} используются относительные летучести компонентов для условий дистиллята и кубового продукта.

Решение задачи моделирования в проектной постановке позволило найти для каждой колонны значения x_i^+ , x_i^- , а также множителя Лагранжа λ в условной экстремальной задаче (1)-(4). В [2] показано, что множитель Лагранжа λ имеет физический смысл минимального числа теоретических тарелок для заданного качества разделения. Минимальное значение λ использовано для моделирования ректификационных колонн в поверочной постановке [3].

Такая математическая модель применена для построения графиков зависимости информационного критерия относительной организованности ректификационной колонны η , определяющего ее разделительную способность [4], от интенсивного управления - относительного отбора дистиллята ε_y (рис. 1).

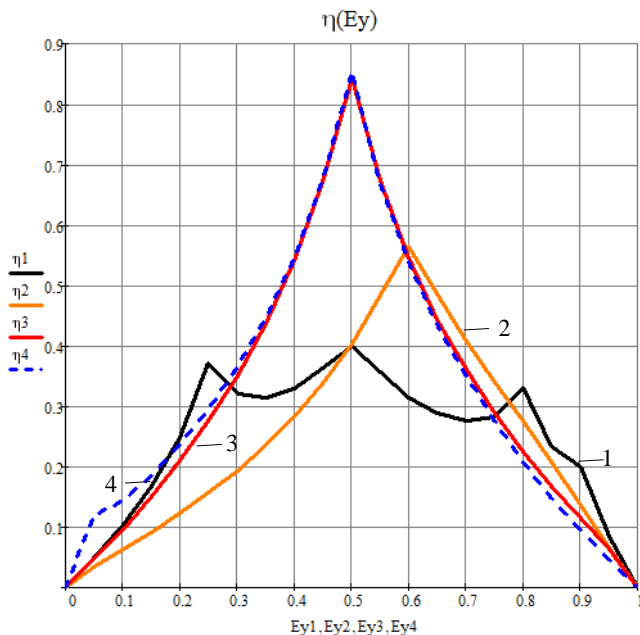


Рис. 1. Графики зависимости критерия η от относительного отбора дистиллята ε_y :

1 – К-1; 2 – К-2; 3 – К-3; 4 – К-4

Анализ графиков показывает, что максимальная разделительная способность каждой колонны обеспечивается при значении ε_y , соответствующем условию оптимальности [2]

$$\varepsilon_y = \sum_1^k z_i, \quad (5)$$

где k – номер наиболее тяжелого компонента, обогащаемого в дистиллят. Эти значения стабилизируются при эксплуатации ректификационных колонн локальными системами автоматического регулирования.

Таким образом, условия оптимальности (5) должны использоваться и при проектировании ректификационных колонн, и при управлении ими. Это обеспечивает оптимальность ректификационной системы в целом.

Эффективность алгоритма оптимального управления ректификационной системой возрастает, если принятый порядок разделения смеси является оптимальным по критерию η и соответствует минимуму необратимых затрат энергии на разделение [2, 5]. В этом случае структура ректификационной системы играет роль своеобразного интенсивного управления, дополнительно повышающего ее разделительную способность.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Яичкова П.С. Декомпозиция блока ректификации установки изомеризации / П.С. Яичкова, Г.Г. Вилков // Семьдесят вторая всероссийская научно-техническая конференция студентов, магистрантов и аспирантов высших учебных заведений с международным участием. 24 апреля 2019 г., Ярославль: сб. материалов конф. В 3 ч. Ч. 2 [Электронный ресурс]. Ярославль: Изд-во ЯГТУ, 2019. С. 341-345.
2. Балунов А.И. Энтропия и информация в теории ректификации / А.И. Балунов, В.П. Майков // Изв. вузов. Химия и хим. технология. 2003. Т. 46. № 9. С. 54-67.
3. Балунов А.И. Оптимальный отбор продуктов в процессе ректификации. Энтропийно-информационный анализ / А.И. Балунов, В.П. Майков // Изв. вузов. Химия и хим. технология. 2013. Т. 56. № 4. С. 97-106.
4. Вилков Г.Г. Проектирование и управление разделительными химико-технологическими системами. Математика и естественные науки. Теория и практика: Межвуз. сб. науч. тр. Вып. 11. Ярославль: Издат. дом ЯГТУ, 2016. С. 183-192.
5. Цирлин А.М. Оценки затрат энергии и выбор оптимальной последовательности разделения многокомпонентных смесей / А.М. Цирлин, А.И. Балунов, И.А. Сукин // Теорет. основы хим. технологии. 2016. Т. 50. № 3. С. 258-267.

АЛГОРИТМ ОПТИМАЛЬНОГО УПРАВЛЕНИЯ БЛОКОМ РЕКТИФИКАЦИИ ФРАКЦИИ АРОМАТИЧЕСКИХ УГЛЕВОДОРОДОВ

Д.С. Максимов, Г.Г. Вилков

Научный руководитель – **Г.Г. Вилков**, д-р техн. наук, профессор

Ярославский государственный технический университет

Рассмотрено применение энтропийно-информационного подхода для оптимального управления трехколонной ректификационной системой, разделяющей фракцию ароматических углеводородов. В качестве целевой функции использован критерий относительной оценки качества разделения, который максимизируется при выборе отборов продуктов и минимизируется при выборе незакрепленной концентрации целевого компонента в выходном потоке одной из колонн.

***Ключевые слова:** ректификация, энтропийно-информационный подход, оптимальное управление.*

ALGORITHM FOR OPTIMUM CONTROL OF THE RECTIFICATION BLOCK OF THE AROMATIC HYDROCARBON FRACTION

D.S. Maksimov, G.G. Vilkov

Scientific Supervisor – **G.G. Vilkov**, Doctor of Technical Sciences,
Professor

Yaroslavl State Technical University

Entropy information approach for optimal control of the three-column rectification system separating the fraction of aromatic hydrocarbons is considered. The criterion of relative estimation of separation quality is used as a target function, which is maximized at selection of products and minimized at selection of unfixed concentration of target component in the output flow of one of the columns.

***Keywords:** rectification, entropy-information approach, optimal management.*

В последние десятилетия для моделирования и оптимизации процесса многокомпонентной ректификации успешно используется энтропийно-информационный (системно-информационный) подход [1–5]. Он

включает описание процесса на основе принципа максимальной энтропии (формализм Джейнса, энтропийный метод моделирования), и его оптимизацию на основе принципа минимальной энтропии (закон Эшби). При описании процесса ректификации на основе энтропийно-информационного метода закон распределения компонентов в выходных потоках колонны принимается наиболее вероятным, отвечающим максимуму информационной энтропии при соблюдении балансовых ограничений. В число ограничений входит также уравнение, характерное для энтропийного метода моделирования, которое вводит свойства компонентов и задает степень разделения в колонне [1–2].

Расчетные зависимости для определения наиболее вероятных составов продуктовых потоков колонны, полученные этим методом, имеют вид:

$$x_i^+ = z_i / \left[\varepsilon_y + \varepsilon_x \left(x_n^- / x_n^+ \right) \left(\alpha_i / \alpha_n \right)^{-\lambda} \right], \quad i=1, 2, \dots, m, \quad (1)$$

$$x_i^- = z_i / \left[\varepsilon_x + \varepsilon_y \left(x_n^+ / x_n^- \right) \left(\alpha_i / \alpha_n \right)^{\lambda} \right], \quad i=1, 2, \dots, m, \quad (2)$$

$$\sum_{i=1}^m x_i^+ = 1, \quad (3)$$

где z_i , x_i^+ , x_i^- – мольные концентрации i -го компонента в питании, дистилляте и кубовом продукте; α_i – коэффициент относительной летучести i -го компонента; ε_y , ε_x – мольные расходы дистиллята и кубового продукта, приведенные к единице питания (относительные расходы продуктов); λ – множитель Лагранжа в условной экстремальной задаче (корень нелинейного уравнения (3)); n – номер компонента, концентрация которого задана; m – число компонентов в смеси.

Распределению (1), (2) отвечает линейно-логарифмическое соотношение, которое является аналогом известного уравнения Фенске-Андервуда для числа теоретических тарелок [1]. При этом множитель λ имеет физический смысл минимального числа теоретических тарелок для заданного качества разделения и характеризует разделительную способность колонны. Зависимости (1), (2) ориентированы на проектный вариант расчета колонны, когда заданы требования к качеству разделения, а требуется найти составы продуктовых потоков и условную высоту колонны. Для поверочного расчета их удобно преобразовать к иному виду [1, 2], когда заданным является значение λ (параметр идентификации модели), а определению по-прежнему подлежат составы продуктов x_i^+ и x_i^- .

При оптимизации процесса ректификации на основе энтропийно-информационного подхода основной целевой функцией является критерий оценки степени организованности системы

$$\eta = \frac{H_{\text{ВХ}} - H_{\text{ВЫХ}}}{H_{\text{ВХ}}}, \quad (4)$$

где $H_{\text{ВХ}}$, $H_{\text{ВЫХ}}$ – информационные энтропии, оценивающие неупорядоченность потоков на входе и выходе системы.

Для ректификационной колонны этот критерий имеет вид [1, 2]:

$$\eta = \left(\sum_{i=1}^m z_i \ln z - \varepsilon_y \sum_{i=1}^m x_i^+ \ln x_i^+ - \varepsilon_x \sum_{i=1}^m x_i^- \ln x_i^- \right) / \sum_{i=1}^m z_i \ln z. \quad (5)$$

Относительно этого критерия параметры, влияющие на процесс ректификации, можно разделить на две группы: экстенсивные и интенсивные переменные. Параметры первой группы позволяют повысить степени организованности системы (разделительную способность колонны) за счет дополнительных капитальных или эксплуатационных затрат. Параметры второй группы также позволяют повысить степени организованности системы, но без существенного увеличения затрат. Зависимости критерия η от интенсивных переменных носят экстремальный характер и их оптимальный выбор можно подчинить максимуму критерия (4). В результате численного эксперимента установлено, что при достаточно четком разделении оптимальное значение относительного отбора верхнего продукта зависит только от состава питания колонны и определяется соотношением:

$$\varepsilon_y^{\text{опт}} \approx \sum z_i. \quad (6)$$

Здесь k – номер наиболее тяжелого компонента из обогащаемых в дистиллят. Условие (6) называют условием оптимальной статики.

В настоящей работе основные положения энтропийно-информационного подхода использованы при разработке алгоритма оптимального управления блоком ректификации установки каталитического риформинга. Блок состоит из трех последовательно соединенных ректификационных колонн, при этом кубовый продукт предыдущей колонны является питанием последующей. В дистиллят первой колонны выделяется гексановая фракция, второй – товарный бензол, третьей – товарный толуол. Концентрации целевых компонентов в товарных продуктах заданы технологическим регламентом.

При разработке алгоритма оптимального управления предварительно была проведена идентификация математической модели (1)–(3) по экспериментальным данным, в результате которой для каждой колонны были определены значения параметров λ . По идентифицированным моделям были исследованы зависимости критерия (5) от относительного отбора верхнего продукта (дистиллята) и установлено, что для каждой колонны выполняется условие оптимальной статики (6). При этом расходы продуктовых потоков колонн, соответствующие максимуму критерия η , равны потенциальному содержанию отбираемых фракций в исходной

смеси. Поскольку на второй и третьей колоннах получают товарные продукты, то концентрации целевых компонентов в них должны оставаться постоянными при любых изменениях расхода и состава питания. На первой колонне в дистиллят выделяют нетоварный продукт, поэтому значение концентрации целевого компонента (гексана) в нем целесообразно определять из условия минимума критерия (4), записанного для трехколонной ректификационной системы. Концентрация гексана в этом потоке играет роль экстенсивного параметра, оптимальное значение которого также соответствует минимуму энергетических затрат на разделение. Необходимые для расчета критерия η составы выходных потоков системы определяются по модели (1)–(3), используемой последовательно для расчета каждой из трех колонн системы. В работе [4] для решения аналогичной задачи показана возможность использования модели наиболее вероятностного распределения компонентов в выходных потоках сложной системы без учета ее структуры. Однако известно [5], что дополнительная информация о структуре системы позволяет уточнить решение задачи. Поэтому в случае расчета многоколонных ректификационных систем, структура которых известна, целесообразно использовать последовательный расчет каждой двухпродуктовой колонны системы, как это принято в рассмотренном алгоритме.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Балунов А.И.* Энтропия и информация в теории ректификации / А.И. Балунов, В.П. Майков // Изв. вузов. Химия и хим. технология. 2003. Т. 46. Вып. 9. С. 54–67.
2. *Балунов А.И.* Оптимальный отбор продуктов в процессе ректификации. Энтропийно-информационный анализ / А.И. Балунов, В.П. Майков // Изв. вузов. Химия и хим. технология. 2013. Т. 56. Вып. 4. С. 97–106.
3. *Вилков Г.Г.* Проектирование и управление разделительными химико-технологическими системами // Математика и естественные науки. Теория и практика: Межвуз. сб. науч. тр. Вып. 11. Ярославль: Издат. Дом ЯГТУ, 2016. С. 183–192.
4. *Балунов А.И.* Оптимальная декомпозиция ректификационных систем / А.И. Балунов, Г.Г. Вилков, Д.Н. Волков // Математические методы в технике и технологиях - ММТТ. 2012. Т. 1. С. 89–92.
5. *Балунов А.И.* Расчет составов продуктовых потоков сложных ректификационных систем на основе принципа максимальной энтропии / А.И. Балунов, В.П. Майков // Изв. вузов. Химия и хим. технология. 2013. Т. 56. Вып. 9. С. 96–102.

УДК 681.5

СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ АВТОМАТИЗИРОВАННЫМ ТЕПЛОВЫМ ПУНКТОМ

П.Е. Козлов

Научный руководитель – **Е.В. Саликова**, канд. техн. наук, доцент

Костромской государственной университет

Рассматривается система управления автоматизированного управления в индивидуальном тепловом пункте. Исследование настройки и возможностей применения.

Ключевые слова: индивидуальный тепловой пункт, мониторинг в автоматизированном управлении.

MANAGEMENT SYSTEM OF THE AUTOMATED BOILER ROOM

P.E. Kozlov

Scientific Supervisor – **E.V. Salikova**, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor

Kostroma State University

The paper examines a description of the automated boiler room, there is a description of design and principles of operations, and the ways of using.

Keywords: automated boiler room, automated control, remote management.

Сфера теплоснабжения нуждается в энергоэффективном и энергосберегающем управлении. С этой целью была разработана система управления индивидуальным тепловым пунктом. Данная разработка может применяться как в индивидуальных системах автономного отопления, так и в малых системах центрального отопления.

Данная работа преследует следующую цель – проектирование системы, с помощью которой возможно будет осуществлять мониторинг и управление потребления электроэнергии, тепловых и водных ресурсов в жилом объекте.

Для изучения процессов, протекающих в тепловых пунктах, индивидуальный тепловой пункт был смоделирован в виде стенда.

Разработка представляет собой автоматизированную систему управления и контроля энергоресурсами, позволяет осуществлять комплексную автоматизацию и диспетчеризацию индивидуального теплового пункта. Система позволяет отслеживать такие параметры системы, как температура и влажность воздуха, давление, расход и температуру воды, а также в режиме реального времени строить кривые переходных процессов и передавать значения текущих параметров теплового пункта на сервер. Автоматическая система позволяет моделировать погодозависимое регулирование параметров в контуре отопления.

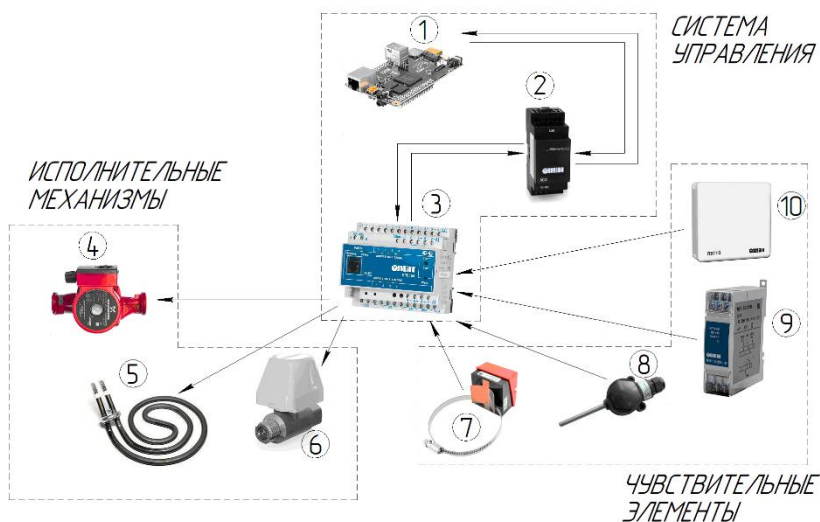


Рис. 1. Состав системы:

- 1 – микрокомпьютер CubieBoard 2; 2 – преобразователь интерфейсов AC4;
- 3 – программируемый логический контроллер ОВЕН ПЛК 154;
- 4 – насос циркуляционный; 5 – трубчатый электронагреватель;
- 6 – шаровой электропривод; 7 – датчик температуры ОВЕН ДТС3225;
- 8 – датчик температуры ОВЕН ДТС125; 9 – модуль электроизмерительный ОВЕН МЭ110-220.1М; 10 – преобразователь влажности и температуры ОВЕН ПВТ10

Система управления автоматизированного индивидуального теплового пункта (рис. 1) включает в себя два контура управления: поддержание температуры теплоносителя и поддержание температуры воздуха в помещении.

Температура теплоносителя и воздуха в помещении измеряется при помощи термосопротивления ОВЕН ДТС125. Датчики температуры подключаются к контроллеру при помощи модуля аналогового ввода ОВЕН МВ110-8А, импульсный выход расходомера, а также нагреватель подключены к ПЛК через модуль дискретного ввода/вывода ОВЕН МК110-220. Использование этого оборудования вкупе с программируемым логическим контроллером позволяет моделировать различные режимы работы индивидуального теплового пункта (ИТП).

Для поддержания температуры теплоносителя используется ПИД-регулятор, заложенный в программе ПЛК. Контроллер получает в качестве входного сигнала показания датчика температуры внутри резервуара. В качестве исполнительного механизма в данном контуре регулирования применяется трубчатый электронагреватель, который подключен к модулю дискретного вывода. Также осуществляется регулирование температуры внутри помещения. Исполнительным механизмом является шаровой электропривод. Привод открывает или закрывает шаровой кран на то или иное значение, меняя при этом гидравлическое сопротивление и, соответственно, расход горячей воды и температуру внутри. Перепады температуры воздуха в течение рабочей смены при категориях работ Ia и Ib (сидячая работа) – 4° С [1], температура выдерживается.

В качестве устройства для учета и мониторинга электропотребления был выбран модуль электроизмерительный ОВЕН МЭ110-224.1М. Модуль электроизмерительный МЭ110-224.1М измеряет такие параметры как: напряжение, сила тока, полная мощность, активная мощность, реактивная мощность, коэффициент мощности, частота тока.

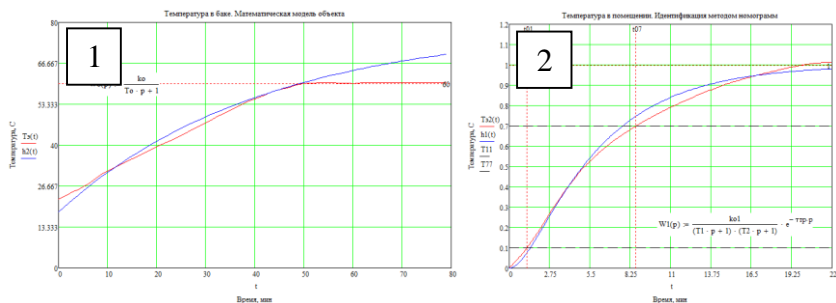


Рис. 2. Графики переходных процессов, полученные аналитически после идентификации ТОУ:

1 – в теплообменнике, 2 – в помещении

Для управления системой и диспетчеризации оператору предоставляется графическая визуализация, созданная в среде разработки CoDeSys. Пользовательский интерфейс предоставляет возможность в режиме реального времени отслеживать технологические параметры: в данном случае температура внутри бака и помещения, температура подающего и обратного трубопроводов. Данная программа позволяет также в режиме реального времени снимать кривые переходных процессов, а также управлять элементами телемеханики. Помимо всего прочего, имеется функция самописца, которая дает возможность сохранять переходные характеристики (рис. 2).

Роль верхней ступени системы управления выполняет одноплатный микрокомпьютер CubieBoard 2. Микрокомпьютер подключен к программируемому логическому контроллеру по интерфейсу Modbus, используя модуль преобразования интерфейсов ОВЕН АС4 (RS485 в USB). Микрокомпьютер контролирует показания датчиков и в зависимости от графика температурного режима задает уставки регуляторам. Также использование микрокомпьютера позволяет осуществлять удаленный доступ для мониторинга и управления системой.

Результаты разработки рекомендуется применять на центральных и индивидуальных тепловых пунктах. Использование в жилищно-коммунальном хозяйстве может быть на различных уровнях автоматизации. [2]

Данная разработка позволит не только значительно сократить расходы энергоресурсов, производить их комплексный мониторинг, но и создать благоприятные условия для работы и отдыха. Наибольший экономический эффект можно получить при установке полного комплекта оборудования для нескольких потребителей. Это может быть коттеджный поселок, офисные и жилые здания с автономным отоплением. Возможно и отдельное использование определенных узлов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. СанПиН 2.2.4.548-96 «Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений: Санитарные правила и нормы».
2. *Козлов П.Е.* «Анализ системы мониторинга и управления энергоресурсами индивидуального теплового пункта» / П.Е. Козлов, Д.С. Баруздин, Е.В. Саликова // ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ И ТЕХНОЛОГИИ: ВОПРОСЫ ТЕОРИИ И ПРАКТИКИ. Материалы I Всероссийской научно-практической конференции. Под науч. ред. А.Р. Денисова. 2018 Издательство: Костромской государственный университет (Кострома). С. 92-97.

ПРИМЕНЕНИЕ ОДНОПЛАТНОГО МИКРОКОМПЬЮТЕРА RASPBERRY PI ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦИИ РАЗЛИЧНЫХ ПРОЦЕССОВ

А.А. Берестинов, А.З. Кулганатов, А.С. Нестеров

Научный руководитель – **А.С. Нестеров**, канд. техн. наук, доцент

Южно-Уральский государственный университет

В статье рассматриваются основные плюсы реализации проектов с применением одноплатного микрокомпьютера Raspberry Pi, в наше время мир стремится автоматизировать все отрасли жизни. Автоматизация играет важную роль в крупномасштабном производстве благодаря большому объему производства. Сложные процессы, которые имеют много контролируемых и тестируемых параметров, трудно реализовать командой рабочих. Существует также человеческий фактор, который может нарушить процесс.

Ключевые слова: Raspberry Pi, CoDeSyS, ПЛК, автоматизация. IoT, МЭК 61161-3, одноплатный микрокомпьютер.

USING A SINGLE BOARD RASPBERRY PI MICROCOMPUTER TO AUTOMATE VARIOUS PROCESSES

A.A. Berestinov, A.Z. Kulganatov, A.S. Nesterov

Scientific Supervisor – **A.S. Nesterov**, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor

South Ural State University

The article discusses the main advantages of implementing projects using a single-board microcomputer Raspberry Pi, in our time, the world is trying to automate all branches of life. Automation plays an important role in large-scale production due to the large volume of production. Complex processes that have many controlled and tested parameters are difficult to implement by a team of workers. There is also a human factor that can disrupt the process.

Keywords: Raspberry Pi, CoDeSyS, PLC, automation, IoT, IEC 61161-3, single board microcomputer.

Семейство одноплатных компьютеров Raspberry Pi приобрело популярность в различных областях. Недорогие наборы предоставляются, в частности, для обучения, Фондом Raspberry Pi совместно с Google.

Автоматизация – это процесс автоматического управления параметрами процесса в установке с помощью устройств автоматизации [1]. Автоматизация работы различных промышленных объектов уменьшает вмешательство человека, сокращает время работы, обеспечивает лучшую защиту и стабильность системы и исключает вероятность любых ошибочных операций. В начале процесс на заводах контролировался вручную на основе прибора, установленного на полях. Это требует, чтобы руководитель завода постоянно находился на заводе. Но автоматизация помогла преодолеть эту проблему. Все процессы работают совместно в скоординированном автоматическом режиме. Сигналы или сообщения генерируются автоматически, а затем доставляются.

Raspberry Pi (RPi) – это серия одноплатных микрокомпьютеров (контроллеров) размером с кредитную карту. Пять языков прикладного программирования (IL, ST, LD, FBD, SFC) определенные в МЭК 61161-3 доступны в среде разработки CoDeSyS v3.5 для реализации Raspberry Pi как ПЛК [2]. У CoDeSyS v3.5 есть сегмент WebVisuation, который позволяет пользователю создавать удобный интерфейс HMI. Raspberry Pi загружает программу с платформы CODESYS. Когда RPi подключен к сети, он действует как сервер, устройства, подключенные к той же сети, могут получить доступ к веб-визуализации, используя IP-адрес RPi. Эти устройства выступают в роли удаленного оконечного устройства и могут контролировать работу подстанции с мобильных устройств, подключенных к сети. Технические характеристики сведены в табл. 1 [3].

Таблица 1. Технические характеристики Raspberry Pi

Параметр	Размерность	Значение
Процессор	–	ARM Cortex-A53
Тактовая частота	Гц	1,2
Графический ускоритель	–	Broadcom VideoCore IV
Оперативная память	–	LPDDR2
Распаянные адаптеры	–	- Ethernet; - Wi-Fi; - Bluetooth.
Скорость сетевого адаптера	Мбит	от 100
Порты GPIO (входы/выходы)	кол.	40
Интерфейсы	–	– 4 USB порта; – HDMI; – аудиовыход 3,5 мм; – разъем MicroSD.

В традиционных процессах работы автоматизация осуществляется

с использованием ПЛК и систем SCADA, но мало объемных проектах эта система значительно дорогая. В проектах с применением Raspberry Pi появляется возможность использовать недорогие решения автоматизации, основанные на новейшей технологии IOT, в которой используются встроенные процессоры. Это дает преимущество снижения затрат плюс множество вариантов подключения. А также, программное обеспечение CodeSys 3.5 МЭК 61131-3 используется для преобразования Raspberry Pi в легко доступный ПЛК. Аналоговые и цифровые параметры из поля контролируются и управляются с помощью выводов GPIO, интерфейсных реле и коммуникационных портов, доступных в Raspberry Pi. Последовательности автоматизации для контроля управления и защиты системы определяются с помощью программирования релейных диаграмм в платформе разработки CodeSys МЭК 61131-3. Пользовательский интерфейс и экраны HMI разработаны с использованием сегмента веб-визуализации CodeSys, к которому можно получить доступ как локально, так и по проводной или беспроводной сети. Например, есть возможность снимать показания счетчика электроэнергии (например, частота, напряжение, активная мощность, коэффициент мощности, реактивная мощность, ток и т.д.). Забирать информацию с порта RS-485 в счетчике и подключению к Raspberry Pi через преобразователь RS-485-USB. Это стало возможным благодаря протоколу ModBus. В подобном проекте Raspberry Pi будет являться ведущим(master), а счетчик назначаются подчиненными(slave). А после получения информации от счетчика, отправлять собранную информацию на смартфон, такой способ позволяет дистанционно следить, управлять, проводить мониторинг различных процессов.

Подход автоматизации небольших проектов надежен, удобен для пользователя с помощью Raspberry Pi. Традиционный подход к автоматизации с использованием SCADA и ПЛК очень дорогой. RPi предлагает автоматический контроль. Он также предоставляет опции подключения удаленный доступ к данным.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Тидреа А. WebNavIGSS Web-Based Software Solution for IGSS SCADA Applications / А. Тидреа, А. Короди //26-я Средиземноморская конференция по управлению и автоматизации (MED) .2018. С. 418-423.
2. «Руководство по программированию CoDeSys V3.3», Smart Software Solutions GmbH , 2010.
3. Лабораторный стенд на базе одноплатного микрокомпьютера Raspberry Pi 3/ А.А. Берестинов, А.З. Кулганатов, С.И. Становов, А.Ю. Смирнов //Сборник научных статей по итогам девятой международной научной конференции. 2019, С. 124-126.

ОСОБЕННОСТИ УЗЛОВ ТЕПЛОВИЗИОННЫХ МОДУЛЕЙ

В.В. Виноградов, С.Ю. Кругликов

Научный руководитель – **С.Ю. Кругликов**, доцент

Рыбинский государственный авиационный технический университет
имени П.А. Соловьева

Рассматриваются особенности построения ряда узлов тепловизионных модулей на основе неохлаждаемых микроболометрических матриц. Предлагается изменить структурную и принципиальную схему тепловизионных модулей для повышения их конкурентоспособности.

Ключевые слова: микроболометрическая матрица, тепловизионный модуль.

IMPLEMENTATION INFRARED MODULES UNITS

V.V. Vinogradov, S.Yu. Kruglikov

Scientific Supervisor – **S.Yu. Kruglikov**, Associate Professor

P.A. Solovyov Rybinsk State Aviation Technical University

Features of construction of some infrared modules units on the basis of microbolometers are considered. It is offered to change the structural and basic scheme infrared modules for increase of their competitiveness.

Keywords: microbolometer, infrared module.

Качество тепловизионных модулей на основе неохлаждаемых микроболометрических матриц зависит от многих факторов. Прежде всего, от технологического процесса изготовления и используемого технологического оборудования [1,2], качества калибровки неохлаждаемых микроболометрических матриц [3], от принципиальной схемы основных узлов. Последнее в наименьшей степени обсуждается в связи с конкуренцией между разработчиками. Однако даже принцип преобразования аналогового сигнала тепловизионного сенсора в цифровую форму может внести существенный вклад в качество видеоизображения.

В работах [1, 3] отмечается, что процедура калибровки может и должна влиять на поиск оптимального алгоритма функционирования теп-

ловизионных модулей. Причем оптимальным был признан алгоритм двухточечной калибровки с переменными значениями управляющих напряжений микроболометрической матрицы.

Описание процедуры двухточечной калибровки изложено в [3]. Там же показано, что это более предпочтительный для реализации технологический процесс. Изменение управляющих напряжений, описанных в [1] (для матрицы UL 04 27 2 фирмы ULIS: GFID и GSK [4]) влияет на значения калибровочных коэффициентов. Однако, если изменения напряжений и коэффициентов согласовать, то качество калибровки не пострадает.

Опираясь на идею изменения управляющих напряжений, предложенную в [1] для повышения качества изображения, мы предлагаем использовать иную структуру приемника.

Как было определено при испытании тепловизионного приемника, изменение управляющих напряжений определяет постоянную составляющую выходного сигнала микроболометрической матрицы. Если подстраивать постоянную составляющую на входе АЦП, то тепловизионный сигнал может быть существенно усилен (по крайней мере в 8 раз). Это позволяет уменьшить количество разрядов АЦП с 14 до 12 и получить экономический эффект, поскольку переход от 12 к 14 разрядам сильно увеличивает стоимость интегральных схем, таких как, интегральные АЦП и микроконтроллеры со встроенными АЦП (например, микроконтроллеры STM32).

На рис. 1 приведена структурная схема тепловизионного модуля. Качество изображения сильно зависит от источников питания микроболометрической матрицы (ИПУН, ИПНН), изображенных на структурной схеме. Согласно требованиям производителей матриц шумы источников должны быть крайне низкими (например, для матрицы UL 04 27 2 фирмы ULIS: 2 мкВ в диапазоне частот от 1 Гц до 1 кГц, 5 мкВ в диапазоне частот от 1 до 10 кГц, 100 мкВ в диапазоне частот от 10 кГц до 10 МГц). Это накладывает ограничения на используемый источник опорного напряжения (ИОН), но этого недостаточно. Необходимо, чтобы ИПУН и ИПНН также были малошумящими. Мы предлагаем применение операционных усилителей, включенных по схеме не инвертирующего усилителя-интегратора (рис. 2).

Апробация модернизированного тепловизионного приемника на базе студенческого конструкторского бюро «РГАТУ-РОМЗ» (Рыбинский государственный авиационный технический университет имени П.А. Соловьева – Ростовский оптико-механический завод) подтвердила правильность предложенных структурных и схемных решений.

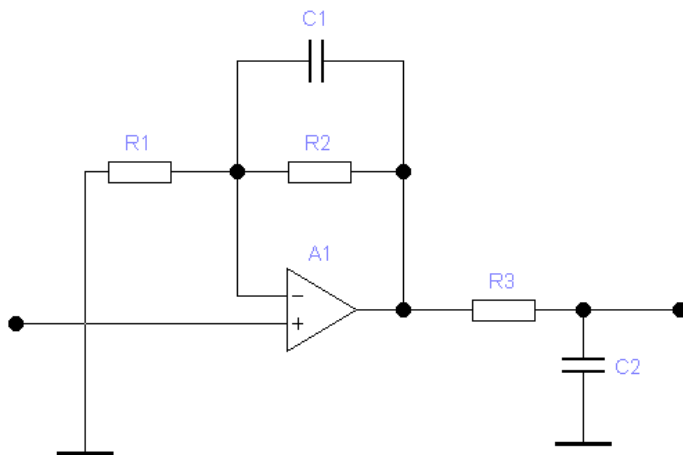


Рис. 2. Ненвертирующий усилитель-интегратор

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Бабкин П.С.* Применение двухточечного метода калибровки для тепловизионных матриц ULIS [Электронный ресурс] / П.С. Бабкин, Ю.Н. Павлов, А.Н. Перов // Радиооптика. МГТУ им. Н.Э. Баумана. Электрон. журн. 2015. № 06. С. 13–26.
2. Повышение эффективности калибровки тепловизионных модулей в условиях серийного производства [Текст] / С.М. Серов, С.Ю. Кругликов // Сборник магистрантов и аспирантов ВУЗов с международным участием. Ярославль: Изд-во ЯГТУ, 2016. С. 656–659.
3. Модифицированный алгоритм калибровки тепловизионных модулей [Текст]/ С.Ю. Кругликов // НАУКА. ОБРАЗОВАНИЕ. ОБЩЕСТВО. Материалы Всероссийской научно-технической конференции. Рыбинск: РГАТУ имени П.А. Соловьева, 2017. С. 12-15.
4. UL 04 27 2 / 640x480 VGA LWIR uncooled microbolometer. 17.09.09/UP/DV/NTC09007-3 Revision 3.

СРАВНЕНИЕ СИСТЕМ ПУСКА ВЫСОКОВОЛЬТНОГО СИНХРОННОГО ДВИГАТЕЛЯ

А.С. Марков, Т.В. Синюкова

Научный руководитель – **Т.В. Синюкова**, канд. техн. наук, доцент

Липецкий государственный технический университет

Рассматривается модернизация электропривода турбокомпрессора кислородной станции металлургического предприятия. Разработана математическая модель прямого пуска синхронного электродвигателя, существующей системы и системы плавного пуска. Произведена установка системы плавного пуска синхронного двигателя турбокомпрессора.

Ключевые слова: Синхронный двигатель, модернизация, тиристорный возбудитель.

COMPARISON OF HIGH-VOLTAGE SYNCHRONOUS MOTOR STARTING SYSTEMS

A.S. Markov, T.V. Sinyukova

Scientific Supervisor - **T.V. Sinyukova**, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor

Lipetsk State Technical University

The article deals with the modernization of the electric drive of the turbocharger of the oxygen station of the metallurgical enterprise. A mathematical model has been developed for direct start-up of a synchronous electric motor, the existing system, and the soft-start system. Installation of a soft-start system for a synchronous turbocharger engine.

Keywords: Synchronous motor, modernization, thyristor to the causative agent.

В ходе изучения турбокомпрессора установлено, что основным технологическим требованием к нему является необходимость поддерживать неизменными обороты рабочего вала при регулировании давления на выходе компрессора дроссельной заслонкой. Важным вопросом является пуск в работу турбокомпрессора, т.к. он обладает большой мощностью и

при применении современных систем пуска можно добиться значительной экономии электроэнергии.

В настоящее время для реализации вышеназванных требований на предприятии используется электропривод переменного тока с синхронным двигателем. Пуск синхронного двигателя турбокомпрессора производится включением в сеть через двухплечевой реактор для снижения подаваемого напряжения и ограничения пусковых токов.

Особенность работы турбокомпрессоров состоит также в том, что каждой скорости вращения соответствует определенная критическая производительность машины, ниже которой работа становится неустойчивой. В данной работе рассматривается синхронный двигатель. Проверочный расчёт двигателя выполнен, согласно [1].

В качестве модернизации предлагается замена системы реакторного пуска синхронного двигателя СТД-10000-2 на систему с применением устройства плавного пуска высоковольтных электродвигателей.

Системы плавного пуска (СПП) предназначены для плавного пуска как одного, так и группы высоковольтных синхронных и асинхронных электродвигателей насосов, компрессоров, вентиляторов, воздуходувок и др. производственных механизмов.

Структурная схемы моделей реакторного и плавного пусков двигателя представлены на рис. 1, 2.

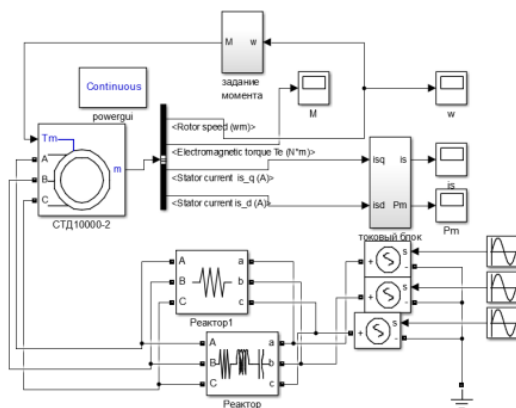


Рис. 1. Структурная схема модели реакторного пуска двигателя

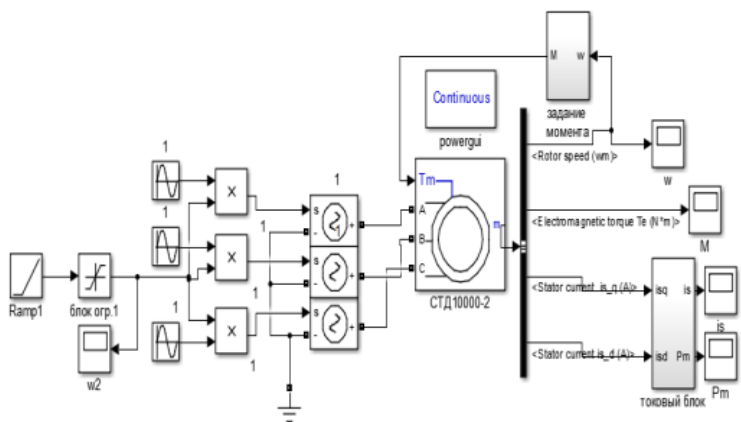


Рис. 2. Структурная схема модели плавного пуска двигателя

Сравнительное моделирование зависимостей угловой скорости ротора, тока статора и суммарных потерь от времени при реакторном и плавном пуске изображены на рис. 3-6.

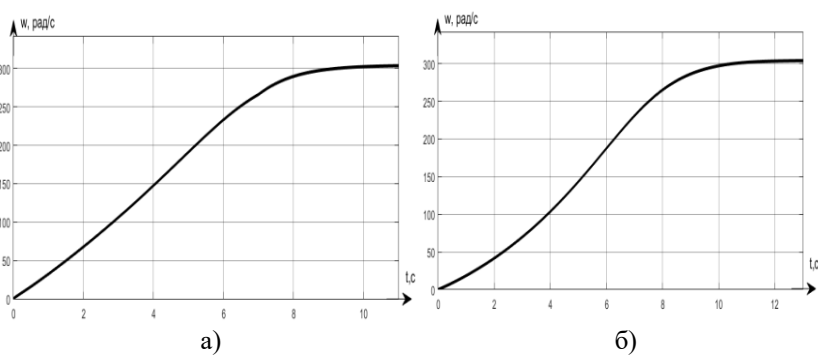


Рис. 3. Сравнение зависимости угловой скорости от времени при реакторном (а) и плавном (б) пусках

На графиках видно, что время переходного процесса у реакторного пуска меньше, но при этом более плавный разгон у второго варианта. Рассмотрим график переходного процесса тока статора (рис.4).

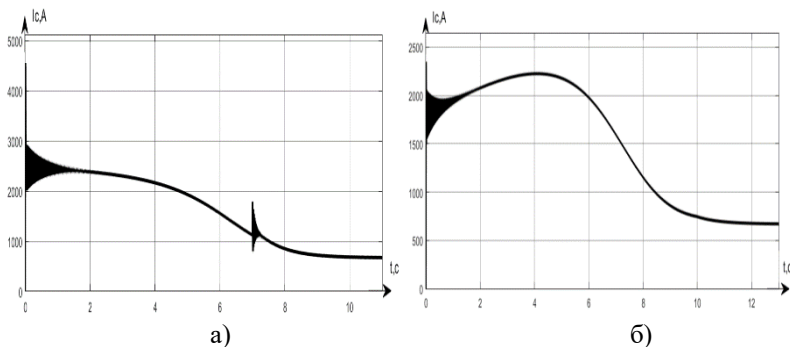


Рис. 4. Сравнение зависимости тока статора от времени при реакторном (а) и плавном (б) пусках

Пусковой ток при реакторном пуске превышает пусковой ток при плавном пуске почти в два раза. Соответственно, в данном случае вариант плавного пуска доказывает, что срок службы двигателя будет более высокий. Далее представлено сравнение зависимости суммарных потерь в обмотках (рис. 5).

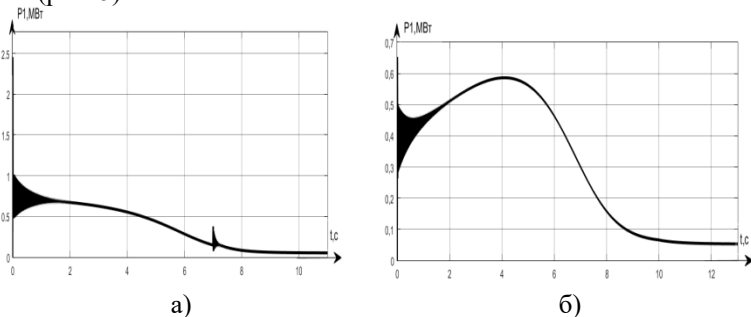


Рис. 5. Сравнение зависимости суммарных потерь в обмотках от времени при реакторном (а) и плавном (б) пусках

Исходя из графиков можно сделать вывод, что эксплуатировать двигатель с системой плавного пуска более экономично, чем с реакторным.

В данной работе рассмотрен электропривод турбокомпрессора К-1500-62-2. В ходе анализа существующей системы управления была выявлена возможность установки устройства плавного пуска. После проведения сравнительного моделирования можно сделать заключение о том, что

модернизация в виде замены реакторного пуска на плавный позволит значительно снизить потери при запуске синхронного двигателя большой мощности и уменьшить динамические нагрузки на механические части, при этом незначительно увеличив время разгона, но увеличив надежность и срок службы оборудования.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Левин П.Н.* Управление электроприводами: методические указания к курсовой работе для студентов по направлению подготовки 140400 «Электроэнергетика и электротехника» профиля подготовки «Электропривод и автоматика» очной и очно-заочной форм обучения [Текст] / П.Н. Левин. Липецк: Изд-во ЛГТУ, 2014. 79 с.
2. *Шпиганович А.Н.* Электрические машины и трансформаторы систем электропитания предприятий металлургической и горной промышленности [Текст]: учеб. пособие / А.Н. Шпиганович, Д.И. Шишлин Липецк: ЛГТУ, 2006. – 340 с.
3. *Дьяконов В.П.* Математические пакеты расширения MATLAB. Специальный справочник [Текст] / В.П. Дьяконов, В.В. Круглов. Санкт Петербург: БХВ-Петербург, 2001. 480 с.

ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОВ СНИЖЕНИЯ ПРОСАДКИ НАПРЯЖЕНИЯ В ЦЕПИ ПОСТОЯННОГО ТОКА В СХЕМАХ АВТОНОМНЫХ ИНВЕРТОРОВ

А.С. Марков, П.Н. Левин

Научный руководитель – **П.Н. Левин**, канд. техн. наук, доцент

Липецкий государственный технический университет

Приведено исследование преобразователей Simovert masterdrives VC и системы активных выпрямителей (AFE). Описана модернизация данного узла в соответствии с возникшей в ходе исследования проблематики, а именно с кратковременной просадкой напряжения и выходом преобразователя «в ошибку». Смоделированы переходные процессы напряжения при использовании активного фильтра м увеличения ёмкости конденсатора.

Ключевые слова: преобразователь частоты, активный фильтр, AFE, просадка напряжения, ошибка преобразователя, увеличение ёмкости.

STUDY OF THE METHODS OF REDUCING VOLTAGE DIP CIRCUIT THE DC SCHEME-MAX STAND-ALONE INVERTERS

A.S. Markov, P.N. Levin

Scientific Supervisor – **P.N. Levin**, Candidate of Technical Sciences,
Associate Professor

Lipetsk State Technical University

Presents a study of Simovert masterdrives VC converters and active rectifier systems (AFE). The article describes the modernization of this node in accordance with the problems that arose during the study, namely, short-term voltage load and the output of the Converter "in error". Voltage transients are modeled when using an active filter to increase the capacitance of the condenser.

Key words: frequency Converter, active filter, AFE, voltage drawdown, Converter.

Огромное значение в производстве имеет техническое состояние и правильная эксплуатация преобразователей частоты. Существуют частные вариации неисправностей.

Одной из таких проблем является кратковременная просадка напряжения на трансформаторной подстанции в результате переключений с основного источника питания на резервный и наоборот. Переключение осуществляется в течение 50 миллисекунд, именно столько времени отсутствует напряжение на входных цепях преобразователя, в результате чего появляется просадка выпрямленного напряжения. Такого промежутка времени достаточно, чтобы преобразователь «ушел в ошибку» и, без квитирования ошибки не сможет вернуться в рабочее состояние.

В качестве преобразователя переменного напряжения в постоянное на объекте используется 6-ти пульсная схема неуправляемого выпрямителя. При кратковременном отсутствии напряжения на входе которого происходит просадка выпрямленного напряжения ниже 76% и на табло индикации появляется ошибка F008.

В оболочке MATLAB Simulink была составлена модель реального частотного преобразователя Simover Masterdrives VC, здесь представлены основные силовые элементы данного преобразователя [1]

Для указанной мощности преобразователя был использован конденсатор в цепи постоянного тока, ёмкостью 0,001 Ф. Расчёт двигателя был произведён, согласно [2].

Процесс моделирования для всех процессов, представленных в данной работе, занимает 10 с.

Графики получившихся переходных процессов представлены на рис. 1.

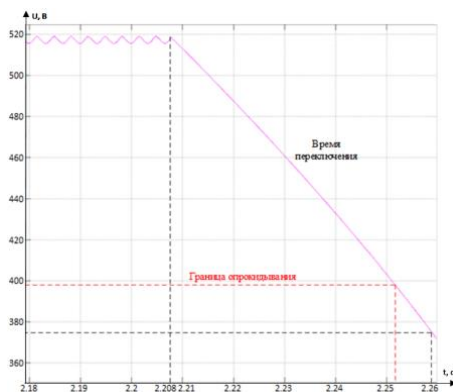


Рис. 1. Переходный процесс напряжения в звене постоянного тока при переключении с основного источника питания на резервный

76% составляет при данном напряжении защиты от пульсирующих токов (ЗПТ) 395 В от выпрямленного напряжения, следовательно, симулировав переключение видно, что за 50 микросекунд переключения напряжение ЗПТ снизилось на величину, меньшую 76%, что приведет к возникновению неисправности.

Проанализируем 2 способа устранения проблемы просадки напряжения:

- Увеличение ёмкости конденсаторной батареи;
- Использование активного выпрямителя.

По умолчанию ёмкость батареи в нашем случае равна 0,001 Ф, и выбирается из условия 1 мФ на 1 кВт мощности двигателя. Мощность двигателя составляет порядка 2 кВт. При увеличении на порядок ёмкости конденсатора получим следующие значения напряжения (рис. 2).

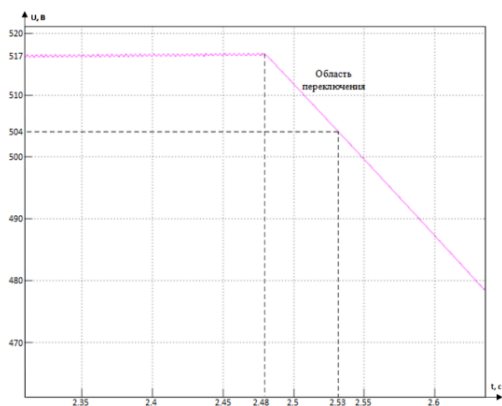


Рис. 2. Переходный процесс при увеличении ёмкости конденсатора в 10 раз

На графике можно заметить значительное уменьшение просадки напряжения по сравнению с рис. 2, исходя из этого можно сделать вывод, что данный способ вполне актуален для существующей проблемы, но имеет существенный недостаток — это массо-габаритный показатель.

Далее, ознакомившись с принципом действия активного выпрямителя [3] рассмотрим преобразователь на базе мостовой схемы IGBT с обратными диодами с управлением типа AFE, еще называемый активный выпрямитель (регулируемое напряжение в звене постоянного тока вверх от номинала, есть рекуперация энергии в сеть).

В оболочке MATLAB Simulink составлена модель частотного преобразователя Simover Masterdrives VC с активным выпрямителем для борьбы с просадкой напряжения, здесь представлены основные силовые

элементы данного преобразователя. И в нормальный период работы всей системы симитируем переключение на резервный источник питания, которое как раз и займёт промежуток времени в 50 микросекунд. Ёмкость конденсатора равна первоначальному значению, когда проводился процесс моделирования. Модель активного выпрямителя, составленная, опираясь на [4] в общей схеме преобразователя в оболочке MATLAB Simulink представлена на рис. 3.

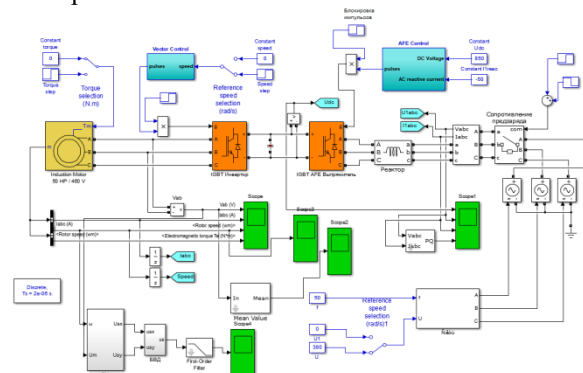


Рис. 3. Модель SIMOVERT MASTERDRIVES VC в оболочке MATLAB Simulink с использованием активного выпрямителя

Моделирование переходных процессов с использованием активного выпрямителя представлено на рис. 4.

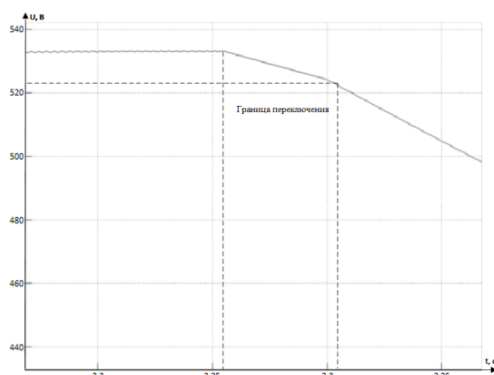


Рис. 4. Переходный процесс напряжения при использовании активного выпрямителя

По сравнению с переходным процессом при увеличении ёмкости конденсатора период работы до выхода преобразователя в «в ошибку» увеличивается на 36,4%, что является преимуществом этого варианта устранения просадки напряжения по сравнению с первым, где увеличивается ёмкость. Активный выпрямитель не может работать без входного дросселя на входе, сглаживающего напряжение питающей сети. За счёт эффекта от присутствия в цепи катушки индуктивности происходит снижение просадки напряжения. Это можно обосновать первым законом коммутации, который гласит, что ток в катушке индуктивности не может изменяться скачком.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Продукты SIMATIC для комплексной автоматизации. М.: ООО Сименс Департамент «Цифровое производство». М., 2014. 194 с.
2. *Левин П.Н.* Управление электроприводами [Текст]: методические указания к курсовой работе для студентов направления подготовки 140400 «Электроэнергетика и электротехника» профиля подготовки «Электропривод и автоматика» очной и очно-заочной форм обучения [Текст] / сост. П.Н. Левин. Липецк: Изд-во Липецкого государственного технического университета, 2014. 79 с.
3. *Розанов Ю.К.* Силовая электроника [электронный ресурс]: учебник для вузов / Ю.К. Розанов, М.В. Рябчицкий, А.А. Кваснюк. М.: Издательский дом МЭИ, 2016. 632 с.
4. *Герман–Галкин С.Г.* Виртуальные лаборатории полупроводниковых систем в среде Matlab Simulink: Учебник. СПб.: Издательство «Лань», 2013. 448 с. (+CD). (Учебники для вузов. Специальная литература).

СЕКЦИЯ «СТАНДАРТИЗАЦИЯ, МЕТРОЛОГИЯ И СЕРТИФИКАЦИЯ»

УДК 006.83:378.4

РАЗРАБОТКА ОПИСАНИЯ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА НА ПРИМЕРЕ ЯГТУ

В.И. Алтунина, С.А. Соловьева

Научный руководитель – **С.А. Соловьева**, канд. хим. наук, доцент

Ярославский государственный технический университет

Определены объекты и цели учебного процесса, проанализирована необходимость детального описания учебного процесса.

Ключевые слова: учебный процесс, высшее учебное заведение, качественные результаты, обучающиеся, обучаемые

DEVELOPMENT OF THE DESCRIPTION OF THE EDUCATIONAL PROCESS ON THE EXAMPLE OF A YSTU

V.I. Altunina, S.A. Solovyeva

Scientific Supervisor - **S.A. Solovyeva**, Candidate of Chemical Sciences, Associate Professor

Yaroslavl State Technical University

The objects and goals of the educational process are identified; the need for a detailed description of the educational process is analyzed.

Keywords: educational process, higher educational institution, qualitative results, students, trainees.

Основным объектом изучения является учебный процесс, состоящий из системы, в которую входят: обучаемые и обучающие, также вспомогательные средства для выполнения процесса.

Любые процессы, происходящие в учебной системе и взаимодействующие с процессом обучения, являются учебными процессами.

Учебный процесс - совокупность взаимосвязанных и взаимодействующих видов учебной деятельности, направленных на достижение требуемого качества усвоения знаний и/или приобретения опыта и/или навыков и/или развития индивидуальных возможностей обучающихся [1]. Целью является обеспечение выполнения требований к специалисту. Можно сделать вывод, что учебный процесс – это организованное взаимодействие студента и преподавателя, ресурсов и условий, влияющих на выполнение процесса. На рис. 1 описан учебный процесс в виде контекстной диаграммы IDEF0.

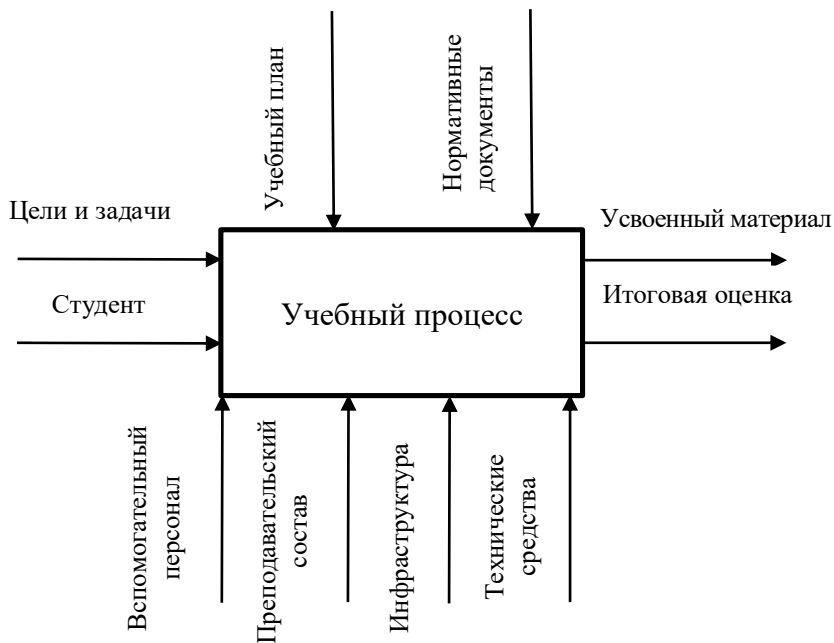


Рис. 1. Контекстная диаграмма описания учебного процесса по IDEF0

Одним из главных компонентов учебного процесса являются: поставленные цели и задачи, используемые методы, средства, контроль над эффективностью учебной деятельности. Между компонентами существует взаимосвязь. Цель учебного процесса обуславливает задачи обучения, которые определяют выбор методов, средств обучения. Если учитывать эти связи и принципы обучения, то учебный процесс дает качественные результаты.

Для того чтобы высшее учебное заведение обеспечило нужное качество выпускаемых специалистов, нужно добиться высокого качества

учебного процесса. Для обеспечения высокого качества нужно опираясь на подробное описание связей учебного процесса, установить полномочия и ответственность каждого из участников учебной деятельности, разработать служебную документацию, осуществить планирование учебной работы и обеспечить процесс ресурсами.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ГОСТ Р 53909-2010. Информационно-коммуникационные технологии в образовании. Учебная техника. Термины и определения. М.: Стандартинформ, 2011. 8 с.

**РАЗРАБОТКА ОПИСАНИЯ ПРОЦЕССА:
КАРТЫ ПРОЦЕССОВ, ДИАГРАММЫ ХОДА ДЕЙСТВИЯ,
ДИАГРАММЫ ДЕКОМПОЗИЦИИ ПРОЦЕССА**

Р.С. Бочманов, С.А. Соловьёва

Научный руководитель – **С.А. Соловьёва**, канд. хим. наук, доцент

Ярославский государственный технический университет

В статье рассмотрен процессный подход как элемент системы менеджмента качества организации, а также методы описания процесса и их разработка в целях повышения эффективности работы организации

***Ключевые слова:** система менеджмента качества, процессный подход, карта процесса, диаграмма хода процесса, декомпозиция процесса*

**DEVELOPING A PROCESS DESCRIPTION:
THE PROCESS MAP, ACTIVITY DIAGRAM, DIAGRAMS
OF THE DECOMPOSITION PROCESS**

R.S. Bochmanov, S.A. Solovyeva

Scientific Supervisor – **S.A. Solovyeva**, Candidate of Chemical Sciences, Associate Professor

Yaroslavl State Technical University

The article discusses the process approach as an element of the organization's quality management system, as well as methods of describing the process and their development in order to improve the efficiency of the organization

***Keywords:** quality management system, process approach, process map, activity diagram, decomposition process*

Система менеджмента качества (СМК) - это часть системы менеджмента организации, которая направлена на достижение результатов в соответствии с целями в области качества, для удовлетворения потребностей, ожиданий и требований заинтересованных сторон [1].

Система менеджмента качества позволяет успешно руководить организацией и обеспечивать её функционирование путем систематического

и прозрачного управления. Данная система может быть основой постоянного улучшения, способствующей увеличению повышения удовлетворенности как потребителей, так и других заинтересованных сторон. Система менеджмента качества обеспечивает организацию и потребителей уверенностью в ее способности поставлять продукцию, полностью соответствующую требованиям [2].

Развитие СМК в организации позволяет анализировать требования потребителей, выделять процессы, приносящие для продукции потребительскую ценность, а также поддерживать эти процессы в управляемом состоянии.

Для эффективной работы организации, она должна определять и управлять множеством взаимосвязанных процессов. Часто выход одного процесса является непосредственным входом следующего. Систематическое определение и менеджмент процессов, применяемых организацией, и особенно взаимодействие этих процессов могут рассматриваться как "процессный подход" [2].

Главными достоинствами процессного подхода являются непрерывность управления, обеспечиваемое на месте сопряжения процессов в рамках одной системы, оптимизация количества процессов и функций подразделений, снижение дублирования функций, упрощение коммуникации между подразделениями, исключение согласования и экспертизы, не приносящих ценности для процесса.

Процессный подход предусматривает разделение всей деятельности организации на взаимосвязанные процессы. Для этого каждый процесс должен быть описан и задокументирован. Описание должно быть простым и понятным для всех участников процесса, от высшего руководства до рядовых исполнителей.

Процессы могут быть описаны в текстовой форме и в таблично-графической форме. При выборе формы руководствуются количеством действий и сложностью деятельности процесса. Чем сложнее процесс, тем объемнее получаются документы. Использование карт процесса, диаграмм и блок-схем упрощает восприятие и позволяет эффективнее решать задачи по анализу и оптимизации процесса.

При внедрении СМК наиболее часто создаются карты процессов, диаграммы хода действия и контекстные диаграммы с декомпозицией процесса.

Диаграмма хода действия – это схематичное изображение последовательности этапов процесса с помощью определенных графических символов, и показывает алгоритм действий от начала до завершения процесса. Диаграмма используется для дальнейшего анализа и планирования процесса.

Карта процесса представляет собой технологию выполнения процесса в виде таблицы с блок-схемой, с указанием входов и выходов, поставщиков и потребителей каждого действия процесса. Карта предоставляет информацию о цели процесса, показателях оценки результативности процесса и ответственных за процесс и каждое действие в нём.

Порядок составления карты процесса:

1. Собирается информация о процессе из существующих документов, опросов руководства и исполнителей процессов.
2. Определяется место процесса в организации, уточняется его название и формулирование цели.
3. Определяются события, являющиеся началом и завершением процесса.
4. Записываются все действия процесса в виде блок-схемы.
5. Присваиваются должности исполнителей всех действий процесса.
6. Определяются внешние входы и выходы процесса, их поставщики и потребители, а также соответствующая документация.
7. Определяются показатели оценки результативности процесса

Карта процесса помогает выявлять проблемные места процесса и находить решения, осуществлять оценку результативности процесса, обучать персонал и эффективно обеспечивать процесс ресурсами.

Также любой процесс можно описать в виде контекстной диаграммы и его декомпозиции. Декомпозиция процесса предназначена для детализации функций контекстной диаграммы на подсистемы и описывающая каждую подсистему и их взаимодействие.

Диаграмма декомпозиции представляет собой набор блоков с информацией, указывающей входы и выходы, управление и механизмы, которые детализируются (декомпозируются) до необходимого уровня. Начальный блок располагается в верхнем левом углу и содержит наиболее важную информацию. А соединяются функции между собой при помощи стрелок и описаний функциональных блоков. Стрелки подписываются именами существительными и обозначают направления входов и выходов, управляющие функций и механизмы для работы блока, а сами блоки должны содержать глаголы, т.е. в них описываются действия, которые производятся.

Декомпозиция процесса проводится в несколько этапов. Контекстную диаграмму разбивают на подсистему, состоящую из нескольких блоков-действий (обычно от 3 до 6), определяют все входы и выходы, управляющие воздействия и механизмы необходимые для работы. Затем каждый блок снова разделяют на подсистему необходимое количество раз.

Такое моделирование наглядно показывает все глубинные связи систем процесса, позволяет быстро находить проблемы и различные способы

их устранения. Кроме того, диаграммы можно использовать при обучении персонала и работе с заказчиками.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ГОСТ Р ISO 9000-2015 Системы менеджмента качества. Основные положения и словарь [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200124393>
2. ГОСТ Р ИСО 9001-2015 Системы менеджмента качества. Требования. М., Стандартиформ, 2015. 79 с.
3. Р 50.1.028-2001 Информационные технологии поддержки жизненного цикла продукции. Методология функционального моделирования [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200028629>

**ТРЕБОВАНИЯ СОВРЕМЕННЫХ НОРМАТИВНЫХ
ДОКУМЕНТОВ К МЕТРОЛОГИЧЕСКОМУ ОБЕСПЕЧЕНИЮ
ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРОЦЕССОВ**

А.Е. Глазунова, Н.И. Вершинина

Научный руководитель – **Н.И. Вершинина**, канд. техн. наук,
доцент

Ярославский государственный технический университет

Проанализировано метрологическое обеспечение производственных процессов в машиностроении, определена цель метрологического обеспечения и требования современных нормативных документов к метрологическому обеспечению.

Ключевые слова: нормативные документы, метрологическое обеспечение

**REQUIREMENTS OF MODERN REGULATORY
DOCUMENTS FOR METROLOGICAL SUPPORT
OF PRODUCTION PROCESSES**

A.E. Glazunova, N.I. Vershinina

Scientific Supervisor – **N.I. Vershinina**, Candidate of Technical
Sciences, Associate Professor

Yaroslavl State Technical University

The article analyzes the metrological support of production processes in mechanical engineering and determines the purpose of metrological support and the requirements of modern regulatory documents to metrological support.

Keywords: regulatory documents, metrological support.

В настоящее время измерительная информация необходима практически во всех областях человеческой деятельности: научной, экономической, производственной и т.д. Правильные, точные и достоверные измерения обеспечивают соответствие выпускаемой продукции требованиям стандартов, технических норм и правил и другой нормативно-технической документации. Поэтому измерения лежат в основе производства и определяют

возможность получения качественной продукции. Качество выпускаемой продукции на предприятиях зависит от количества и качества измерений, с помощью которых контролируются как технологические параметры производственных процессов, так и параметры, характеристики и свойства получаемых изделий [1]. Качество – основной фактор реализации товара по выгодной цене. Именно качество определяет развитие и способность конкуренции с другими предприятиями. Обеспечение качества выпускаемой продукции и услуг является основной целью деятельности метрологии, стандартизации и сертификации.

Машиностроение – это отрасль промышленности, которая производит приборы и устройства, оборудование, машины различных видов. Так как от качества продукции зависит безопасность людей, животных, окружающей среды, системой стандартизации для таких изделий и процесса производства предусматривается строгая процедура их контроля. В машиностроении для выполнения измерений и подтверждения достоверности их результатов необходимо иметь метрологическое обеспечение (МО) этого процесса.

Под МО машиностроительного предприятия понимается применение и установление научных, технических, а также организационных основ, технических средств, правил и норм, которые необходимы для достижения единства и необходимой точности измерений при выпуске продукции. [2]. Цели МО представлены на рис. 1 [3].



Рис. 1. Цели метрологического обеспечения [3]

Общее состояние МО характеризуется состоянием его составляющих, к которым относятся:

- эталоны и средства измерений предприятия;
- методические принципы и организационные основы МО предприятия;
- кадровая политика предприятия;

– нормативная база МО (включая законодательные основы).

Метрологическая деятельность регламентируется постановлениями Правительства РФ. Наиболее важными из принятых постановлений являются:

- 1) Постановление от 12 февраля 1994 года №100 «Об организации работ по стандартизации, обеспечению единства измерений, сертификации продукции и услуг (с изменениями на 27 ноября 2013 года)»;
- 2) Положение о порядке создания и правилах пользования федеральным фондом государственных стандартов, общероссийских классификаторов технико-экономической информации, международных (региональных) стандартов, правил, норм и рекомендаций по стандартизации, национальных стандартов зарубежных стран;
- 3) Положение о государственных научных метрологических центрах;
- 4) Порядок утверждения положений о метрологических службах федеральных органов исполнительной власти и юридических лиц;
- 5) Постановление от 17 июня 2004 года № 294 «О Федеральном агентстве по техническому регулированию и метрологии (с изменениями на 20 июля 2019 года)»;
- 6) Федеральный закон № 102 от 11 июня 2008 года «Об обеспечении единства измерений» укрепляет правовую основу для международного сотрудничества в области метрологии.

Для реализации положений законов «Об обеспечении единства измерений» и «О стандартизации в Российской Федерации», а также постановлений Правительства РФ разрабатываются и принимаются подзаконные акты – нормативные документы – документы, устанавливающие правила, общие принципы или характеристики, касающиеся различных видов деятельности или их результатов.

Современное машиностроение, как и другие отрасли производства, характеризуется большим количеством товаров и малым сроком «жизни» объектов производства при постоянно возрастающей сложности их конструкций. Эти обстоятельства являются причиной высоких требований к производствам и могут быть обеспечены при использовании, как правило, автоматизированных систем управления, которые, в свою очередь основаны на единых системах конструкторской и технологической документации и типовых решениях, отражающих отечественный и зарубежный опыт. В связи с этим были разработаны и на данный момент успешно функционируют крупные межотраслевые (общетехнические) системы стандартов. К подобным системам относятся следующие системы (комплексы) стандартов, каждая из которых имеет свой номер (индекс), например:

- 1 – Стандартизация в РФ;
- 2 – Единая система конструкторской документации (ЕСКД);

- 3 – Единая система технологической документации (ЕСТД);
- 8 – Государственная система обеспечения единства измерений (ГСИ);
- 14 – Единая система технологической подготовки производства (ЕСТПП);
- 40 – Система сертификации ГОСТ Р.

Сертификация в машиностроении – это сложная процедура, которая состоит из нескольких этапов. Основа такого контроля – подтверждение соответствия товаров данной категории нормам и стандартам, действующим на территории государства.

Для подтверждения соответствия изделий отрасли машиностроения существует Технический Регламент Таможенного Союза 010/2011 «О безопасности машин и оборудования» (с изменениями на 16 мая 2016 года), который содержит требования безопасности ко всем видам машин и оборудованию.

Таким образом, при формировании метрологического обеспечения для обеспечения качества на предприятии требуется учитывать современные положения, как законодательных документов, так и нормативных.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Секацкий В.С.* Методы и средства измерений и контроля: учеб. пособие / В.С. Секацкий, Ю.А. Пикалов, Н.В. Мерзликина. Красноярск: Сиб. федер. ун-т, 2017. 316 с.
2. ГОСТ Р 8.820-2013 Государственная система обеспечения единства измерений. Метрологическое обеспечение. Основные положения. М.: Стандартиформ, 2015. 15 с.
3. *Логин В.В.* Метрологическое обеспечение предприятий: Учебное пособие / В.В. Логин, Ю.П. Чепульский, П.А. Андреев / Под ред. В.А. Карпычева. М.: МГУПС (МИИТ), 2016. 289 с.

УДК 53.089.68

**РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ КАЛИБРОВКИ
ДЛЯ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ ДАВЛЕНИЯ
С УНИФИЦИРОВАННЫМ ЭЛЕКТРИЧЕСКИМ
ВЫХОДНЫМ СИГНАЛОМ**

Д.В. Еремкина, С.А. Соловьева

Научный руководитель – **С.А. Соловьева**, канд. хим. наук,
доцент

Ярославский государственный технический университет

Рассматривается разработка методики калибровки для преобразования давления с унифицированным электрическим выходным сигналом.

***Ключевые слова:** калибровка, измерительное устройство, поверка, подтверждение соответствия.*

**DEVELOPMENT OF CALIBRATION TECHNIQUES
FOR PRESSURE CONVERTER WITH UNIFIED
ELECTRIC OUTPUT SIGNAL**

D.V. Eremkina, S.A. Solovyeva

Scientific Supervisor – **S.A. Solovyeva**, Candidate of Chemical
Sciences, Associate Professor

Yaroslavl State Technical University

The development of a calibration technique for converting pressure with a unified electrical output signal is considered.

***Keywords:** calibration, measuring device, verification, confirmation of conformity.*

Процесс измерения не может обойтись без технических измерительных средств. При эксплуатации средств измерений - важнейшим аспектом является соответствие данных об измеряемой единице на выходном сигнале ее истинному значению. Величины действительных метрологических требований устанавливаются в процессе создания СИ, далее во время ис-

пользования - они должны проходить поверку. В соответствии с законодательством должны поверяться те СИ, которые попадают в сферу государственного регулирования обеспечения единства измерений, другие СИ могут подвергаться калибровке.

Поверкой называют совокупность операций, которые выполняются для подтверждения соответствия измерительного устройства метрологическим требованиям. Калибровка может быть определена как набор операций, устанавливающих зависимость между значениями показаний средств или систем измерений, или значений материальных мер при определенных заданных условиях. Другими словами, калибровка показывает, как показания измерительного устройства соотносятся с принятым действительным значением измеряемой величины. Поверка СИ обязательная процедура, контролируемая органами Государственной метрологической службы. Осуществляют поверку аккредитованные на проведение поверки СИ юридические лица и индивидуальные предприниматели. А калибровка является добровольной процедурой и выполняется либо метрологической службой самого предприятия, либо по его заявке любой другой организацией, аккредитованной в данной области и способной выполнить работу.

Преобразователем давления электрическим измерительным (датчиком давления) называется измерительное устройство с нормативными метрологическими характеристиками (классами точности), которые предназначаются для преобразования непрерывного избыточного давления, разряжения, избыточного давления разряжения, абсолютного давления и параметров, определяемых по разности давлений (уровня, расхода, плотности) в унифицированный токовый выходной сигнал и вторичного преобразования в вид цифровой индикации (HART-протокол, интерфейсы Profibus, Foundation Fieldbus и др.), представляемый на переносном пульте дистанционного управления (коммуникаторе), на жидкокристаллическом дисплее датчика или мониторе компьютера.

Преобразователь давления измерительный электрический состоит из двух основных блоков:

1) Блок измерительный. Основой данного блока является измерительный преобразователь давления, который представляется чувствительным элементом (сенсором) и осуществляет преобразование воздействующего на него давления в первичный сигнал (обычно электрический слабо выраженный). Это происходит за счет изменения геометрии измерительной мембраны, что в свою очередь приводит к разбалансировке моста.

2) Блок усиления, преобразующий и усиливающий первичный сигнал преобразователя до стандартных унифицированных токовых сигналов (мА, В, гН) или цифровых кодов (HART-протокол, интерфейсы RS232, RS485, USB и др.), которые воспринимаются системами автоматического

регулирования (АСУТП). Этот этап происходит благодаря электронной схеме.

Методика калибровки - это документ, в котором описывается процедура проведения калибровки. Структура методики калибровки представлена на рис. 1 [1].

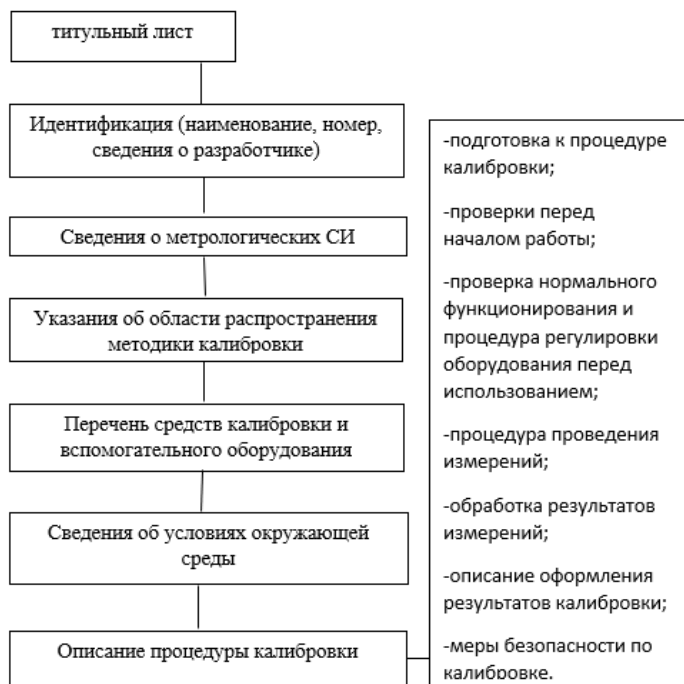


Рис. 1. Структура методики калибровки [1]

Методика калибровки позволит собрать все незаменимые процессы определения действительных метрологических требований преобразователя давления с унифицированным выходным сигналом. Это делает ее практичной в эксплуатации и исключит потребность в использовании документов по поверке в случаях, когда это обременительно.

В таком случае целесообразно осуществить именно разработку методики калибровки прибора, а не поверки. Так как, согласно законодательству, в обязательном порядке претерпевают поверку СИ, предназначенные для использования в сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений, а СИ, находящиеся на позициях, не относящихся к этой сфере могут в добровольном порядке подвергаться калибровке, в том

числе и преобразователи давления с унифицированным электрическим цифровым сигналом.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ГОСТ Р 8.879-2014 Государственная система обеспечения единства измерений (ГСИ). Методики калибровки средств измерений. М.: Стандартиформ, 2015.
2. Федеральный закон "Об обеспечении единства измерений" от 26.06.2008 N 102-ФЗ. Москва, Кремль.
3. МИ 1997-89 Рекомендация. ГСИ. Преобразователи давления измерительные. М: Государственный комитет СССР по стандартам, 1989. 40 с.

АВТОНОМНЫЙ ПОРТАТИВНЫЙ ЦИФРОВОЙ ОСЦИЛЛОГРАФ

С.И. Каюмов, М.М. Беляева

Научный руководитель – **М.М. Беляева**, канд. техн. наук, доцент

Рыбинский государственный авиационный технический университет
имени П.А. Соловьева

Рассматривается классификация и требования к цифровым осциллографам. Описана структура цифрового осциллографа, отличающаяся высокой степенью автоматизации измерений, автономностью, различными способами обмена данными.

Ключевые слова: измерение напряжения, цифровой осциллограф, микроконтроллер ARM Cortex-M3.

STANDALONE PORTABLE DIGITAL OSCILLOSCOPE

S.I. Kayumov, M.M. Belyaeva

Scientific Supervisor – **M.M. Belyaeva**, Candidate of Technical
Sciences, Associate Professor

P.A. Solovyev Rybinsk State Aviation Technical University

The classification and requirements for digital oscilloscopes are considered. The structure of a digital oscilloscope is described, which is characterized by a high degree of measurement automation, autonomy, and various methods of data exchange.

Keywords: voltage measurement, digital oscilloscope, micro-controller ARM Cortex-M3.

Одно из направлений развития измерительной техники – применение цифровых приборов измерения электрических и неэлектрических величин. Цифровизация процесса измерений позволяет исключить субъективность измерений, повысить точность, обеспечить масштабирование, калибрование и хранение результатов измерений. На современном рынке представлен достаточно широкий спектр цифровых осциллографов [1].

По функциональности условно их можно разделить на две основные группы: профессиональные и бытовые. Профессиональные цифровые

осциллографы отличает широкая полоса пропускания, высокая частота дискретизации, значительное количество аналоговых и цифровых каналов входных сигналов, а следовательно, и значительная цена. Они используются в научно-исследовательских институтах, лабораториях, конструкторских бюро, промышленных предприятиях. Для школьных лабораторий, студенческих конструкторских бюро, для домашнего применения достаточно функций осциллографа любительского уровня. Для них характерна невысокая цена, особенно если приобретать наборы для самостоятельной сборки. Однако и функциональное наполнение таких осциллографов существенно беднее: один канал измерения, невысокая частота дискретизации, узкая полоса пропускания. По конструкторскому исполнению осциллографы можно разделить на стационарные и носимые портативные. Область применения портативных осциллографов существенно шире: при испытаниях техники на полигоне, для выполнения ремонтных работ непосредственно на месте базирования отказавшего оборудования. Таким образом, цель: разработать портативный цифровой осциллограф любительского сегмента с улучшенными характеристиками при невысокой цене изделия.

Для решения поставленной задачи применён принцип переноса функциональной нагрузки на элементы высокой и сверхвысокой степени интеграции и программное обеспечение. Укрупнённая структурная схема приведена на рис. 1.

Основная функциональная нагрузка ложится на микроконтроллер ARM Cortex-M3 STM32F103C8. Микроконтроллер с 32-битной архитектурой и максимальной тактовой частотой 72 МГц содержит в своем составе два 12-разрядных аналого-цифровых преобразователя, выполняющих до миллиона измерений в секунду; 128 килобайт встроенной памяти программ (flash); 20 килобайт оперативной памяти (SRAM) и различной периферией — такой, как GPIO (порты ввода-вывода), UART, SPI, I2C и т.д. [2].

Выбор данного микроконтроллера обусловлен следующими факторами [3]:

- широкий спектр встроенных интерфейсов позволяет подключать внешние устройства без дополнительных средств сопряжения;
- наличие контроллера DMA позволяет читать/писать данные в режиме прямого доступа, не загружая микроконтроллер;
- наличие семи таймеров, в том числе и часов реального времени;
- интерфейс SDIO реализует чтение/запись на карты памяти MMC и SD с поддержкой файловой системы FAT;
- развитая система поддержки разработчиков аппаратного и программного обеспечения (запись и отладка программ осуществляется по SWD-интерфейсу);

– низкая стоимость контроллера.

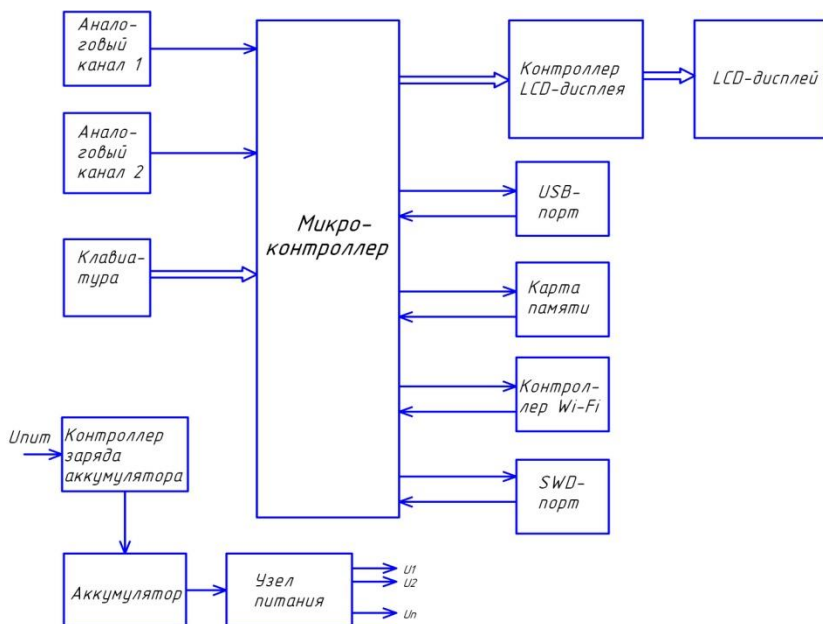


Рис. 1. Структурная схема разработанного цифрового осциллографа

К входам аналого-цифровых преобразователей микроконтроллера подключены аналоговые каналы, выполняющие усиление и преобразование входных сигналов в соответствии с режимами, установленными на клавиатуре. Полученные сигналы оцифровываются, могут подвергаться дополнительной обработке (измерение частоты и периода сигнала, длительности импульса, определение максимального, минимального, среднеквадратичного напряжения – типы вычислений определяются программой), выводятся на жидкокристаллический дисплей и сохраняются в памяти. Так как объём встроенной памяти ограничен, предусмотрено сохранение данных различными способами:

- подключение к компьютеру по USB-интерфейсу;
- сохранение данных на съёмный носитель – карту памяти;
- передача данных в Интернет-пространство по Wi-Fi.

Для обеспечения автономной работы цифровой осциллограф питается от аккумулятора. Контроллер заряда аккумулятора обеспечивает кор-

ректные режимы зарядки. Узел питания формирует и выполняет стабилизацию питающих напряжений для всех элементов осциллографа. Применение режима энергосбережения позволяет увеличить время работы без подзарядки. Так, при ёмкости 2600 А·ч и работе в одноканальном режиме без работы с внешними устройствами прогнозируемое время непрерывной работы составит 9 ч.

Конструктивно прибор выполнен в компактном покупном корпусе Ergo-Case, который можно носить на руке или поясе. Технические характеристики: полоса пропускания: $0 \div 200$ кГц; до 1 млн замеров в секунду; количество каналов: 2; чувствительность 10 мВ/дел \div 5 В/дел; максимальное напряжение на входе 50V (1:1 зонд), 400V (10:1 зонд); развертка 10 мкс/дел \div 500 сек/дел. Относительно небольшая полоса пропускания ограничивает область применения: низкочастотные устройства.

Отличительными особенностями предлагаемого цифрового осциллографа от аналогичных устройств одного ценового диапазона являются:

- 2 канала измерения с возможностью автоматического определения основных параметров измеряемого сигнала;
- возможность сохранения данных на карту памяти, на компьютер или в Интернет-пространство;
- питание от аккумулятора и длительное время работы без подзарядки обеспечивает автономную работу прибора;
- конструктивное исполнение обеспечивает удобную работу с осциллографом в «полевых» условиях.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Критерии выбора цифрового осциллографа [Электронный ресурс]. URL: <https://ferria.ru/how-to-choose-oscilloscope/> (дата обращения: 5.03.2020).
2. Знакомство с ARM Cortex-M3 и с STM32, в частности [Электронный ресурс]. URL: <http://robocraft.ru/blog/ARM/644.html> (дата обращения: 2.03.2020).
3. Medium-density performance line ARM®-based 32-bit MCU with 64 or 128 KB Flash, USB, CAN, 7 timers, 2 ADCs, 9 com. interfaces Datasheet - production data [Электронный ресурс]. URL: <https://www.st.com/resource/en/datasheet/CD00161566.pdf> (дата обращения: 1.03.2020).

УДК 681.128.3

РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ КАЛИБРОВКИ БУЙКОВОГО УРОВНЕМЕРА ДЛЯ НПЗ

М.С. Кирилюк, С.А. Соловьёва

Научный руководитель – **С.А. Соловьёва**, канд. хим. наук, доцент

Ярославский государственный технический университет

Рассмотрена характеристика буйкового уровнемера. Показано, что для обеспечения точности измерений необходимо разработать методику калибровки буйкового уровнемера.

Ключевые слова: буйковый уровнемер, калибровка средств измерений, методика калибровки средств измерений.

DEVELOPMENT OF A CALIBRATION METHODOLOGY FOR A BULLET LEVEL FOR A REFINERY

M.S. Kirilyuk, S.A. Solovyeva

Scientific Supervisor - **S.A. Solovyeva**, Candidate of Chemical Sciences, Associate Professor

Yaroslavl State Technical University

The characteristic of a buoy level gauge is considered. It is shown that to ensure the accuracy of measurements, it is necessary to develop a methodology for calibrating a buoy level gauge.

Keywords: displacer level gauge, calibration of measuring instruments, calibration technique of measuring instruments.

Ново-Ярославский нефтеперерабатывающий завод (ПАО «Славнефть-ЯНОС») был пущен в эксплуатацию в 1961 году. С 1995 года предприятие входит в состав вертикально-интегрированной нефтяной компании «Славнефть». На сегодняшний день ПАО «Славнефть - ЯНОС» является одним из крупнейших предприятий России по производству продуктов нефтепереработки.

Для того чтобы обеспечить соответствие продукции техническим требованиям и извлечь максимальную выгоду от переработки высокосернистой или тяжелой нефти, предприятию необходимо усовершенствовать не только технологии переработки, но и средства автоматизации и контрольно-измерительные приборы.

В среднем на типовом нефтеперерабатывающем заводе насчитывается более 1000 точек измерения уровня. Примерно в 80% случаев для такого рода измерений используются буйковые и поплавковые уровнемеры. Они могут контролировать уровень границы раздела жидкостей с разной плотностью, уровень разлива жидкости в резервуаре, а также измерять плотности среды.

Буйковый уровнемер (преобразователь) – уровнемер, основанный на измерении перемещения буйка или силы гидростатического давления, которая действует на буйёк. [1]

Буйковые уровнемеры имеют три вида исполнений:

- 1) Сапфир-22Р-Ду (не взрывозащищённое)
- 2) Сапфир-22Р-Ду-Ех (взрывозащищённое с видом взрывозащиты)
- 3) Сапфир-22Р-Ду-Вн (взрывозащищённое с видом взрывозащиты).

Буйковые уровнемеры предназначены для непрерывного преобразования измеряемого параметра (уровня жидкости, уровня границы раздела жидких фаз) в стандартный шокковый выходной сигнал.

Уровеньмеры состоят из измерительного электронного преобразователя и блока, которые представляют собой целостную систему. В состав уровнемера входит преобразователь силы и чувствительный элемент, которые связаны между собой кинематически с помощью торсионной трубки и рычажного коромысла.

При изменении измеряемого уровня происходит изменение гидростатической выталкивающей силы, которая воздействует на буйёк. Сила, равная разности выталкивающей силы и силы тяжести буйка, передаётся от рычажного коромысла через торсионную трубку на стержень управления приёмного устройства (мембрану датчика силы, на котором образуются зоны расширения и сжатия). Под действием усилия мембрана меняет положение. В результате меняется сопротивление тензомоста, которое впоследствии преобразуется в показания жидко-кристаллического индикатора и унифицированный выходной сигнал постоянного тока.

Калибровка СИ – это комплекс операций, которые устанавливают в заданных условиях соотношения между значениями величины, полученной благодаря данному средству измерений, и соответствующим значением величины, определённой с помощью эталона, с целью определения действительных значений метрологических характеристик СИ.

Методика калибровки СИ – документ, который регламентирует процедуру калибровки СИ. [2]

Методика калибровки включает в себя следующие разделы:

Вводная часть - область распространения

1. Нормативные ссылки

2. Определения

3. Технические требования

3.1 Требования к неопределённым измерениям

3.2 Требования к вспомогательному оборудованию и средствам калибровки.

3.3 Требования к условиям проведения калибровки

4. Требования к квалификации калибровщиков

5. Требования по обеспечению безопасности

6. Подготовка к процедуре калибровки

7. Процедура калибровки

8. Обработка результатов измерений

9. Оформление результатов калибровки. [2]

Согласно ФЗ №102 "Об обеспечении единства измерений" [3], в обязательном порядке подлежат поверке СИ, которые предназначены для применения в сфере гос. регулирования обеспечения единства измерений, а СИ, не предназначенные для применения в сфере гос. регулирования обеспечения единства измерений, могут в добровольном порядке подвергаться калибровке, в том числе и буйковый уровнемер.

Обязательным условием обеспечения точности результата является регулярное проведение калибровки. Измерительные устройства (часы, весы и т.п) меняют свою чувствительность в связи с эксплуатационным износом, в результате чего по мере эксплуатации возникает погрешность измерений. Для того, чтобы вернуть устройству способность к точному измерению, его необходимо калибровать.

Калибровка – это настройка устройства для его качественного дальнейшего функционирования с точностью измерений в соответствии с эталоном.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ГОСТ 24802-81. Приборы для измерения уровня жидкости и сыпучих веществ. Термины и определения. М., Государственный комитет СССР по управлению качеством продукции и стандартам, 1982. 7 с.

2. ГОСТ Р 8.879-2014 Гос. система обеспечения единства измерений (ГСИ). Методики калибровки СИ. Общ. требования к содержанию и изложению. М.: Стандартинформ, 2015. 8 с.

3. Федеральный закон "Об обеспечении единства измерений" от 26.06.2008 N 102-ФЗ (последняя редакция) // Собрание законодательства Российской Федерации. М., 2008. 19 с.

АНАЛИЗ ИСПЫТАТЕЛЬНОГО ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ ОЦЕНКИ ПРОЧНОСТИ ЛИТЕЙНОГО КОКСА

Н.А. Костенко, О.Н. Кочурова, Е.О. Побегалова

Научный руководитель – **Е.О. Побегалова**, старший преподаватель

Ярославский государственный технический университет

Проведен анализ конструкции и принципа действия испытательного оборудования, предназначенного для оценки прочности литейного кокса. Установлено отсутствие испытательного оборудования, воспроизводящего ударные воздействия, оказываемые на литейный кокс в процессе загрузки в вагранку металлической части шихты.

Ключевые слова: *испытательное оборудование, литейный кокс, механическая прочность.*

ANALYSIS OF TEST EQUIPMENT FOR ASSESSING THE STRENGTH OF FOUNDRY COKE

N.A. Kostenko, O.N. Kochurova, E.O. Pobegalova

Scientific Supervisor - **E.O. Pobegalova**, Senior Lecturer

Yaroslavl State Technical University

The analysis of the design and the principle of operation of the testing equipment designed to assess the strength of foundry coke. The absence of testing equipment and impact on the foundry coke during loading into the metal part was established.

Key words: *testing equipment, foundry coke, mechanical strength.*

Литейный кокс, используемый как топливо для плавки чугуна в вагранке, обладает рядом свойств, определяющих его качество [1, 2]. Одним из требований потребителей к качеству литейного кокса является способность обеспечивать дренажную способность столба шихты. Высокая дренажная способность не только обеспечивает беспрепятственное движение газов вверх, но и стекание расплавленного металла в горн вагранки.

Дренажная способность, как свойство, зависит от гранулометрического состава насыпной массы литейного кокса, равномерности по крупности и среднего размера куска [3] и является непостоянной величиной

вследствие изменения указанных параметров в результате механических воздействий.

Для плавки чугуна в вагранке, в отличие от доменного передела, предпочтителен кокс крупных классов (60-80 мм и 80 мм и более). Крупность литейного кокса определяется у предприятия-изготовителя и может изменяться в процессе поставки потребителю [4] и загрузки вагранки. Высокая прочность литейного кокса может положительно сказываться на сохранении гранулометрического состава.

В целом, можно выделить четыре основных вида воздействий: пересыпание кокса в различные емкости, истирание в процессе транспортирования железнодорожным транспортом, сбрасывание кокса в бункеры для хранения и в вагранку, сбрасывание на кокс металлической шихты.

Для оценки прочности существует ряд стандартных методов испытаний, включающих в себя определение прочности во вращающемся барабане (ГОСТ 5953-93), прочности на сбрасывание (ГОСТ 28946-91) и прочности при высоких температурах (ГОСТ 32248-2013, ГОСТ Р 54250-2010).

Методика определения механической прочности, описанная в ГОСТ 5953-93, имитирует ударные и истирающие механические воздействия, в результате чего нарушается целостность структуры кокса и меняется его размер, форма, прочностные характеристики.

Механическую прочность, в соответствии с данным методом, определяют с помощью стального цилиндрического барабана диаметром 1 м, внутри которого установлены угловые рёбра, делящие стенку на 4 равные части. Барабан закреплён на полуосях горизонтальных опорных подшипников. На поверхности присутствует отверстие с крышкой, уплотнённой по всему периметру резиной. Проба кокса массой 50 кг загружается в указанное отверстие, и барабан вращают со скоростью 25 оборотов в минуту до достижения им 100 оборотов (для получения Микум-показателей) или 500 оборотов (для получения Ирсид-показателей). Таким образом, данное оборудование позволяет воспроизводить условия, в которых литейный кокс находится при пересыпании в различные емкости, загрузке и выгрузке из вагона, но оно не подходит для оценки прочности при транспортировании в железнодорожных вагонах. Однако на данный момент разработаны не стандартизированные методы оценки прочности литейного кокса в процессе транспортирования [5].

Методика определения прочности на сбрасывание, описанная в ГОСТ 28946-91, предназначена для воспроизведения ударных нагрузок, оказываемых на литейный кокс при падении с высоты. Данное воздействие также оказывает сильное влияние на структуру и гранулометрический состав кокса. Но, в отличие от ГОСТ 5953-93, при измерениях определяется сопротивление удару, а не степень разрушения.

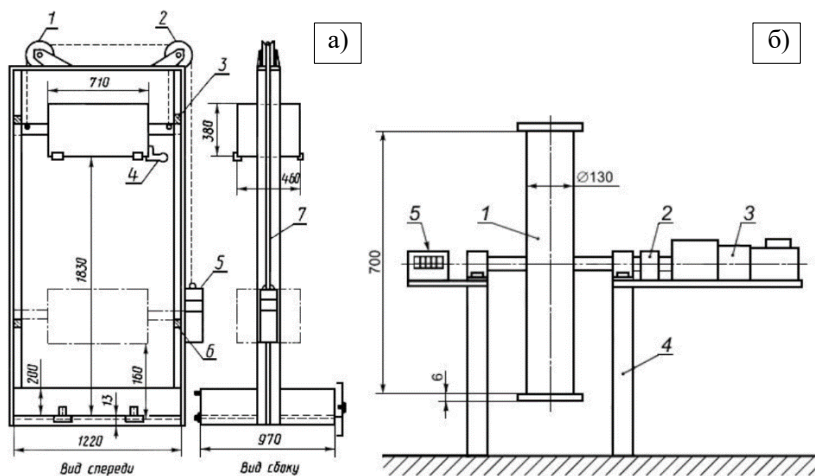


Рис. 1. Оборудование для оценки прочности литейного кокса

- а) аппарат для определения прочности на сбрасывание: 1 - одинарный шкив; 2 - двойной шкив; 3, 6 - столпоры; 4 - защепка; 5 - противовес; 7 - направляющий паз
- б) барабан для определения прочности кокса при высоких температурах: 1 - барабан; 2 - предохранительная фрикционная муфта; 3 - электродвигатель; 4 - удлиненная муфта; 5 - счетчик оборотов.

Прочность кокса на сбрасывание исследуют на установке, состоящей из стального ящика с габаритными размерами 710x460x380 мм. Ящик закреплен на вертикальных опорах на высоте 1830 мм над стальным листом толщиной 13 мм, снабженном бортами, препятствующими потере кокса во время испытаний. Из ящика проба кокса массой 25 кг сбрасывается на стальную плиту, после чего содержимое собирается и операцию повторяют еще 4 раза. Данное оборудование позволяет воспроизвести условия, в которых литейный кокс находится в процессе загрузки в бункеры для хранения и в вагранку.

Прочность кокса при высоких температурах в соответствии с ГОСТ 32248–2013 и ГОСТ Р 54250–2010 определяют после реакции пробы с двуокисью углерода. Прореагировавший кокс помещается в барабан длиной 700 мм и диаметром 130 мм. Барабан с пробой делает 600 оборотов за 30 мин, после чего проба извлекается и определяется ее гранулометрический состав. Данное оборудование предназначено для оценки прочности литейного кокса в высокотемпературной зоне вагранки.

В процессе плавки чугуна в вагранке, помимо падения с высоты, литейный кокс испытывает ударные нагрузки вследствие падения на него металлической части шихты. Металлическая шихта, сбрасываемая на коксовую колошу, может отличаться размерами, весом, составом и физико-химическими свойствами. На кокс сбрасывают стальной лом, чушковый чугун, лом чугуна, цеховые отходы, причем максимальный вес отдельных кусков не должен превышать 50-70 кг в зависимости от диаметра вагранки [6].

Поскольку на данный момент не существует оборудования, позволяющего воспроизводить описанные выше условия, его разработка позволит не только оценить прочность кокса в процессе загрузки металлической части шихты в вагранку, но и спрогнозировать изменение дренажной способности столба шихты.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Иванова В.А.* Систематизация свойств и параметров литейного кокса. Часть 1. Химические и физико-химические свойства / В.А. Иванова, Е.О. Побегалова // Черные металлы. 2019. № 8 (1052). С. 4-9.
2. *Иванова В.А.* Систематизация свойств и параметров литейного кокса. Часть 2. Физические свойства / В.А. Иванова, Е.О. Побегалова // Черные металлы. 2019. № 10 (1054). С. 33-37.
3. *Лейбович Р.Е.* и др. Технология коксохимического производства. М.: Металлургия, 1982. 360 с.
4. *Нефедов П.Я.* Качество и эффективность использования литейного кокса в вагранках / П.Я. Нефедов, В.М. Страхов // Кокс и химия. 2003. № 7. С. 16-26.
5. *Иванова В.А.* Влияние условий транспортировки на качество литейного кокса / В.А. Иванова, Е.О. Шамина // Известия Самарского научного центра РАН. 2018. С. 20. № 4. С. 18-24.
6. *Липницкий А.М.* Плавка чугуна и сплавов цветных металлов. Л.: Машиностроение, 1973. 192 с.

ОБ ИНТЕГРИРОВАННОЙ СИСТЕМЕ МЕНЕДЖМЕНТА

Н.А. Кулешова, С.А. Соловьёва

Научный руководитель – **С.А. Соловьёва**, канд. хим. наук, доцент

Ярославский государственный технический университет

Рассматривается интегрированная система менеджмента на предприятии, преимущества разработки руководства по интегрированной системе менеджмента.

Ключевые слова: система менеджмента, интегрированная система менеджмента

ABOUT THE INTEGRATED MANAGEMENT SYSTEM

N.A. Kuleshova, S.A. Solovyeva

Scientific Supervisor - **S.A. Solovyeva**, Candidate of Chemical Sciences, Associate Professor

Yaroslavl State Technical University

The integrated management system at the enterprise, advantages of developing a manual for an integrated management system.

Keywords: management system, integrated management system.

Интегрированная система менеджмента качества – представляет собой часть системы общего менеджмента организации, отвечающую требованиям двух или более международных стандартов, функционирующих как единое целое [1].

Организациям внедрение интегрированной системы менеджмента позволяет повысить эффективность деятельности, получить большую прибыль и повысить долю своей продукции на рынке.

Среди факторов, влияющих на способность организации к достижению намеченных результатов, можно выделить внешние и внутренние факторы, приведенные в табл. 1.

Таблица 1. Факторы, влияющие на системы менеджмента

Понимание организации и ее среды				
	СЭМ	СМК	СМБ	ИСМ
Внешние	экологические и природные условия; законодательство; технологические факторы; конкуренция; экономические условия; социальные факторы; культурные факторы; финансовые факторы	законодательство; технологические факторы; конкуренция; экономические условия; социальные факторы; культурные факторы; финансовые факторы	законодательство; технологические факторы; конкуренция; экономические условия; социальные факторы; культурные факторы; финансовые факторы	законодательство; технологические факторы; конкуренция; экономические условия; социальные факторы; культурные факторы; финансовые факторы
Внутренние	организационные факторы; знания; человеческие ресурсы; технологические возможности	организационные факторы; знания; технологические возможности	организационные факторы; знания; человеческие ресурсы; технологические возможности	организационные факторы; знания; технологические возможности

В интегрированную систему менеджмента можно объединять несколько отдельных систем менеджмента в зависимости от сферы деятельности организации, необходимые для описания всех аспектов ее работы.

Интегрированная система менеджмента (далее - ИСМ) выстраивается на соответствие требованиям различных международных стандартов. Наиболее часто среди них используются:

–ГОСТ ISO 9001-2015 «Системы менеджмента качества. Требования»;

–ГОСТ Р ISO 14001-2016 «Системы экологического менеджмента. Требования и руководства по применению»;

–ГОСТ 12.0.230-2007 «Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Системы управления охраной труда. Общие требования».

Современная ИСМ включает в себе комплекс международных стандартов (два и более), устраняет дублирование систем менеджментах друг с другом и возможные противоречия между ними.

Внедрение ИСМ на предприятии или в организации позволяет решить ряд проблем [1]:

- устранить запутанность взаимосвязей между системами управления качеством, системой экологического менеджмента, системой стандартов безопасности труда при независимом внедрении;

- упростить целостность восприятия системы менеджмента руководством организации, изменить в лучшую сторону низкую эффективность планирования, контроля и управления в целом;

- уменьшить срок внедрения группы стандартов в организации;

- снизить трудоемкость и минимизировать потребность в ресурсах при независимом внедрении группы стандартов.

Для того, чтобы описать внедренные на предприятии системы менеджмента, отвечающие различным международным и национальным стандартам, используется руководство по ИСМ, которое является основным документом ИСМ.

Согласно [2], руководство по ИСМ должно включать в себя следующие разделы:

- 1) Область применения руководства по ИСМ;

- 2) Нормативные ссылки;

- 3) Термины и определения;

- 4) Среда организации;

- 5) Лидерство;

- 6) Планирование;

- 7) Средства обеспечения;

- 8) Деятельность на стадиях жизненного цикла продукции;

- 9) Оценка результатов деятельности;

- 10) Улучшение.

Разработанное руководство по ИСМ позволит организации избежать большого объема повторяющейся и дублирующей документации, совместить внедренные системы менеджмента друг с другом, решит проблему запутанности между системами, минимизирует функциональные разногласия при разработке и внедрении отдельных систем менеджмента и обеспечит оптимальное управление всеми видами рисков. Внедрение ИСМ также позволит объединить преимущества всех систем менеджмента, входящих в ее состав, что даст возможность организации наиболее

оптимально выполнять требования, предъявляемые к состоянию экологии, охраны труда на предприятии, качеству продукции и услуг.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Что такое интегрированная система менеджмента (ИСМ)? Статья [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://tpc72.ru/info/articles/chto-takoe-integrirovannaya-sistema-menedzhmenta-ism/>
2. ГОСТ Р 57522-2017 «Бережливое производство. Руководство по интегрированной системе менеджмента качества и бережливого производства (с Поправкой)» / Официальное издание. М.: Стандартинформ, 2017. 21 с.

УДК 006.85

АНАЛИЗ ТРЕБОВАНИЙ СОВРЕМЕННОЙ НОРМАТИВНОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ К КАЧЕСТВУ ПРОДУКЦИИ ЛЕСОПЕРЕРАБОТКИ

И.С. Левашова

Научный руководитель – **Н.И. Вершинина**, канд. техн. наук,
доцент

Ярославский государственный технический университет

Рассматриваются основные требования современной нормативной документации к качеству продукции лесопереработки. Также приведена технология изготовления обрешеченной доски на примере ОАО «Комёла лес» и основные проблемы организации.

Ключевые слова: пиломатериалы, лесозаготовка, нормативная документация, лесопроизводство

ANALYSIS OF THE REQUIREMENTS OF MODERN NORMATIVE DOCUMENTATION FOR THE QUALITY OF TIMBER PROCESSING PRODUCTS

I.S. Levashova

Scientific Supervisor – **N.I. Vershinina**, Candidate of Technical
Sciences, Associate Professor

Yaroslavl State Technical University

The main requirements of modern normative documentation for the quality of timber processing products are considered. Also, the technology of manufacturing edged boards on the example of LLC "Komela forest" and the main problems of the organization.

Keywords: lumber, logging, regulatory documentation, forest products

В наше время один из наиболее экологичных материалов в строительстве – это древесина. Данный материал – первое, что стали использо-

вать с целью возведения строений, и вплоть до наших дней древесина никак не утратила собственной ценности и актуальности несмотря на то, что созданы другие, наиболее прочные, а также долговечные материалы.

Строительство выполняется с применением пиломатериалов, проходящих многошаговую процедуру обработки, а также подготовки перед применением. По методике распила и технологии обработки все без исключения доски делят на две крупные категории:

- необрезные;
- обрезные.

Обрезная доска – это целостное полотно древесины, которое избавлено от коры и обработано по краю. Степень очищения и уровень обработки устанавливают сортность обрезной доски.

Методика производства обрезной доски содержит в себе последовательные операции, нацеленные на создание более оптимального пиломатериала.



Рис. 1. Схема технических операций производства обрезной доски

Распиловка брёвен – первоначальная стадия приготовления. С бревна снимается несколько досок с помощью пиломатериала. В «Комёла Лес» применяется радиальный распил.

Радиальный распил осуществляется в направлении, поперечном годовым слоям. У подобных материалов наиболее высокая стоимость, т.к. доски, изготовленные с помощью радиального распила наиболее прочные, а также меньше усыхают.

Остаток бревна называется бруском. С применением многопильных дисковых станков выполняется распиловка 2-, 3-, а также 4-кантного бруса с двумя, тремя и четырьмя обработанными гранями.

В реброгорбыльных станках с бруса срезается два горбыля. Данным способом получается брус, обработанный с четырёх сторон. Из такого бруса создаются обрезные доски установленного размера.

Сушат доски естественным путем, а также с использованием оборудования, позволяющего сделать процедуру сушки более быстрой. Сушат только те партии, у которых присутствует естественная влажность, но такая доска является не такой качественной, чем та, что подверглась сушке.

Сушат только доски только равного размера, т.к. мелкие доски имеют все шансы деформироваться.

Хранение подразумевает выполнение норм, которые обеспечивают сохранность пиломатериала. Складывается материал в штабеля, где он отделяется с помощью специальных стикеров. Такая система гарантирует каждой доске доступ воздуха [1].

Обрезная доска в «Комёла Лес» производится на ленточном и дисковом оборудовании.

Проблемы, с которыми столкнулась организация в этом сезоне, в основном сосредотачиваются на погодных условиях. Главная проблема – поломки техники из-за износа и тяжелых условий работы, а также сложность лесозаготовки из-за аномально теплой зимы.

Регламентация лесной продукции началась в двадцатых годах двадцатого века. Раньше в России не существовало единых норм для лесной продукции. Для одинаковых видов продукции в различных регионах страны функционировали различные требования и нормы.

Первоначальным нормативным документом для лесной продукции можно принимать «Правила торговли лесными товарами», установленные в 1924 году Московской товарной биржей. В 1943 году вступил в силу государственный стандарт ГОСТ 1047 «Бревна пиловочные хвойных пород», а в 1960 году введен ГОСТ 9463 «Лесоматериалы круглые хвойных пород», который регламентирует круглые лесоматериалы различного назначения. Круглые лесоматериалы лиственных пород регламентируются ГОСТ 9462, введенным в середине минувшего столетия [2].

В 1930-х годах были разработаны первые ОСТы на пиломатериалы: ОСТ 7099 на бруски и доски, ОСТ 264 на строительные брусья и стандарты на пиломатериалы для судно- и вагоностроения. В 1957 году все ОСТы на пиломатериалы объединили в один стандарт ГОСТ 8486-86 «Пиломатериалы хвойных пород. Технические условия», который функционирует до настоящего времени [3].

Отсутствие технических регламентов в лесном производстве не исключает возможности их разработки и принятия в дальнейшем. В настоящее время создание данных технических регламентов нецелесообразно по двум основным причинам:

1. лесопроизводства никак не характерны угрозы, регламентированные ФЗ «О техническом регулировании» (излучения, взрывоопасность, термическая и химическая опасность и др.), а обеспечение ее пожарной безопасности учтено в ФЗ «О пожарной безопасности»;

2. безопасность же процессов изготовления, транспортировки и хранения регламентируется нормами и правилами по технике безопасности и охране труда.

В настоящее время требования к качеству хвойных пиломатериалов определяются по ГОСТ 8486-86, лиственных – ГОСТ 2695-83.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Климов О.Г.* О терминологии в лесохозяйственном машиностроении / О.Г. Климов, И.А. Слинченкова // Лесн. хоз-во. 2001. № 5. С. 47.
2. *Коробов В.В.* Лесная сертификация // Гос. образоват. учреждение высш. проф. образования «Моск. гос. ун-т леса». М.: Изд-во Моск. гос ун-та леса, 2005. 179 с.
3. ГОСТ 8486-86 Пиломатериалы хвойных пород. Технические условия [Электронный ресурс] Сб. ГОСТов. М.: Стандартиформ, 2007.

ВНЕДРЕНИЕ МЕТОДИКИ АНАЛИЗА ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ НА ПРЕДПРИЯТИЕ АО ГМЗ «АГАТ»

Н.С. Пименов, А.А. Чеснокова

Научный руководитель - **А.А. Чеснокова**, старший преподаватель

Ярославский государственный технический университет

Рассматривается проблематика внедрения серьезных статистических методов на российских предприятиях, в частности метода анализа измерительных систем, также представлен план по внедрению данного метода на предприятии АО ГМЗ "АГАТ".

***Ключевые слова:** метод анализ измерительных систем, стабильность, воспроизводимость, точность, план внедрения методики.*

IMPLEMENTATION OF THE METHOD OF ANALYSIS MEASURING SYSTEMS AT THE AGAT JSC ENTERPRISE

N.S. Pimenov, A.A. Chesnokova

Scientific Supervisor - **A.A. Chesnokova**, Senior Lecturer

Yaroslavl State Technical University

The problems of introducing serious statistical methods at Russian enterprises, in particular the method of analysis of measurement systems, are considered, as well as a plan for the implementation of this method at the AGAT JSC enterprise is presented.

***Keywords:** method Measurement System Analysis, stability, reproducibility, accuracy, implementation plan for the methodology.*

В данный момент вопрос конкурентоспособности для российских предприятий актуален, есть понимание, что без применения конкретных инструментов не достичь современного качества, но на российских предприятиях редко внедряют серьезные статистические методы, происходит это из того, что руководители и специалисты не знают в полной мере этих методов и не понимают какую пользу они могут принести. Так, например, внедряя методику статистического управление процессами (SPC), многие

предприятия даже не догадываются, что данная методика не будет работать или даже иногда приводить к ухудшению качества, если вместе с ней не внедрена методика анализа измерительных систем (MSA). В этом случае повышенная изменчивость измерительной системы является фактором «излишней регулировки» и в результате применения контрольных карт предприятие «раскачивает» свой процесс и выводит его из стабильного состояния. Для процессов, где применяется 100% или выборочный контроль, не имея информации об изменчивости измерительной системы, можно ошибочно как отправлять брак потребителю, так и браковать годную продукцию.

Анализ измерительной системы (MSA), метод предназначенный для определения приемлемости измерительной системы через количественную оценку смещения в измеряемом диапазоне, стабильности, сходимости и воспроизводимости.

Измерительная система – это общее число измерительных, связующих, вычислительных и вспомогательных компонентов, функционирующих как единое целое. На рис. 1 показано, что относится к переменным в системе измерений

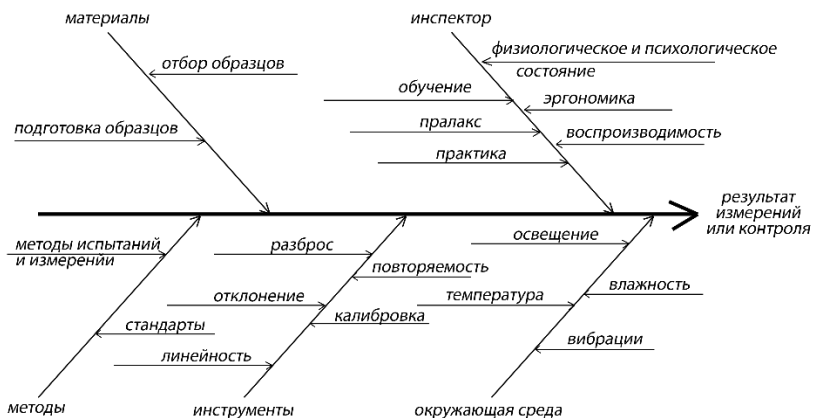


Рис. 1. Переменные в системе измерений

Анализ измерительной системы используется для уменьшения риска того, что несоответствие элементов системы может привести к неверным решениям при контроле и к сильно строгому регулированию процесса. Правильность принимаемых решений зависит от правильности данных, полученных при измерении или контроле.

По итогу проведения анализа мы получаем информацию об следующих характеристиках измерительной системы:

1) Оценка изменчивости положения полученных значений:

- Стабильности
- Точности и смещениях
- Линейности смещения [1].

2) Оценка ширины и разброса полученных значений:

- Сходимости результатов измерений
- Воспроизводимости результатов измерений
- Прецизионности и GRR прибора [1].

Рассмотрим план внедрения метода MSA на предприятие АО ГМЗ «АГАТ». Начинать необходимо с обучения теории, т.к. на предприятии ранее не внедряли и не реализовывали статистические методы. Для этого необходимо создать группу и включить в нее представителей технологической службы, отдела главного метролога, а также бюро управления качества. Группа после обучения должна проводить первые исследования измерительных систем на экспериментальных проектах и по сетевому принципу распространять знания в организации в данной области. Предприятию необходимо данной группе выделить такие ресурсы как: время и средства для проведения расчетов.[2]

Для успешного внедрения методики необходимо выполнить следующие этапы:

1) На первом этапе необходимо определить ответственных за внедрение методики и группу специалистов по ее реализации. На предприятии «АГАТ» за это должен отвечать отдел главного метролога.

2) Узнать, у потребителей, какие руководства они признают и заполнить их.

3) Поиск специалиста, который будет проводить обучение, как теоретическое, так и практическое.

4) Провести обучение группы специалистов, отвечающих за реализацию метода.

5) Разработка или приобретение необходимого программного обеспечения.

6) Обучить специалистов использовать данное программное обеспечение.

7) Разработка документированной процедуры. Необходимо для четкого определения последовательности действий, ответственности и сроков. При этом в процедуре не нужно полностью отражать содержания справочных руководств.

8) Проведение анализа измерительных систем на экспериментальных проектах предприятия.

9) Составление графиков проведения анализа измерительных систем.

10) Назначить ответственных за проведение исследований конкретных процессов и измерительных систем, а также их обучение.

11) Обучить статистическому методу специалистов, которые используют собранную информацию в своей работе.

12) Выполнить установленный графики, при этом важны поддержка и контроль руководством, регулярный мониторинг результатов.

13) Проведение необходимых корректирующих действий, повторные исследования измерительных систем до того момента, пока не будет получен нужный результат. [2]

Также стоит определиться с какой периодичностью необходимо проводить анализ измерительных систем. Первичное исследование обязательно, а дальше процитируем справочное руководство MSA (раздел «Общие положения») указано то, что «периодичность аттестаций, организационные обязанности по их проведению, способы реагирования на результаты аттестаций и ответственность за их осуществление должны быть четко определены руководителями подразделений» [3]. Это означает, что решение о повторных проведениях анализах систем измерений принимает предприятие. Там же есть рекомендации: «Испытание на этапе 2 (оценка сходимости и воспроизводимости (СиВ прибора)) часто выполняют в рамках программы нормальной калибровки на рабочем участке, программы обслуживания или метрологической программы, но оно может производиться и независимо от них» [3]. Например, если поверка проводится один раз в год, то MSA (оценку СиВ прибора) также целесообразно проводить один раз в год.

Организованная таким образом работа, дает возможность предприятию получить комплексную количественную характеристику, с помощью которой можно объективно оценить систему измерений продукта, что в свою очередь приведет к минимизации рисков того, что несоответствие элементов системы измерений может привести к ложным решениям при контроле продукта и к излишнему регулированию процесса.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ГОСТ 51814.5-2005 Системы менеджмента качества в автомобилестроении. Анализ измерительных и контрольных процессов. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200039941>
2. *Исаев С. В.* Внедрение методик статистического управления процессами и анализа измерительных систем // Методы менеджмента качества. 2006. № 9. С. 39-41.
3. MSA. Анализ измерительных систем. Ссылочное руководство. Перевод с английского четвертого издания от июня 2010 г. Н.Новгород: ООО СМЦ "Приоритет", 2012. 405 с.

РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ КАЛИБРОВКИ НА РАСХОДОМЕР МАССОВЫЙ

Е.Н. Погоньшева, В.А. Иванова

Научный руководитель – **В.А. Иванова**, д-р техн. наук,
доцент

Ярославский государственный технический университет

В статье представлена методика калибровки на расходомер массовый. Отражены основные разделы методики калибровки и определено ее значение.

Ключевые слова: методика калибровки, расходомер, калибровка средств измерений.

DEVELOPMENT METHODS OF CALIBRATION FOR MASS FLOW METERS

E.N. Pogonysheva, V.A. Ivanova

Scientific Supervisor – **V.A. Ivanova**, Doctor of Technical
Sciences, Associate Professor

Yaroslavl State Technical University

The article considers calibration methods for a mass flow meter. The main sections of methods of calibration methodology are in and its important is determined.

Keywords: calibration method, flow meter, calibration of measuring instruments.

Расходомер массовый – прибор, предназначенный для прямого измерения массового расхода жидкости и газа в химической, нефтехимической, нефтяной, фармацевтической и других отраслях промышленности.

Принцип измерения массового расхода основан на измерении силы Кориолиса. Величина силы Кориолиса зависит от массы жидкости и скорости её движения. Расходомер массовый состоит из первичного измерительного преобразователя массового расхода и электронного преобразователя. Первичный преобразователь имеет базовый процессор, который выполняет алгоритм вычисления массы, массового расхода. Электронный преобразователь реализует обработку цифровых сигналов, поступающих с базового процессора. Также электронный преобразователь регистрирует

результаты измерений и передает их по каналам связи. В электронных преобразователях установлено встроенное программное обеспечение, которое отвечает за хранение параметров первичного преобразователя. Программное обеспечение получает информацию от базового процессора и отображает на экране дисплея.

Нормативные документы, устанавливающие требования к расходам массовым:

1) ГОСТ Р 8.618-2014 Государственная система обеспечения единства измерений. Государственная поверочная схема для средств измерений объёмного и массового расходов газа;

2) ГОСТ Р 52931-2008 Приборы контроля и регулирования технологических процессов.

Для определения точного значения метрологических характеристик расходомера массового проводят калибровку, так как он предназначен для применения в сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений.

Калибровка средств измерений - совокупность операций, выполняемых в целях определения действительных значений метрологических характеристик средств измерений [1].

На основе полученных результатов калибровки делается вывод о разрешении либо запрещении использования прибора.

Законодательной и нормативной базами калибровки средств измерений являются:

- ФЗ «Об обеспечении единства измерений» от 26 июня 2008 года;
- РД РСК 01 – 2014 «Положение о Российской системе калибровки»;
- РД РСК 02 – 2014 «Порядок организации деятельности Российской системы калибровки»;

- ГОСТ Р 8.879 – 2014 «Государственная система обеспечения единства измерений. Методики калибровки средств измерений. Общие требования к содержанию и изложению».

К метрологическим характеристикам массовых расходомеров относятся: пределы допускаемой относительной погрешности измерений массового расхода и объёма жидкости (%); пределы допускаемой относительной погрешности измерений массового расхода и объёма газа (%); диапазон измерений массового расхода жидкости (т/ч); диапазон измерений массового расхода газа (т/ч); пределы основной абсолютной погрешности измерений плотности жидкости (кг/м³).

Метрологические характеристики при калибровке устанавливаются путем сравнения показаний измерительного устройства со значениями величины, воспроизводимыми эталонами. Методика калибровки средств измерений - документ, регламентирующий процедуру калибровки средств измерений [1].

В соответствии с ГОСТ Р 8.879-2014 методика калибровки должна содержать такие разделы как:

1) титульный лист, на котором указываются: наименование калибруемых средств измерений, разработчик, количество страниц, год разработки методики калибровки;

2) идентификацию, где указаны наименование, номер, сведения о разработчике;

3) указания, в которых содержится назначение методики калибровки (группа, тип средства измерений, для калибровки которых была разработана методика);

4) описание основных характеристик и особенностей калибруемых средств измерений;

5) данные о метрологических характеристиках средств измерений, действительные значения которых необходимо определить в процессе калибровки;

6) список средств калибровки и вспомогательного оборудования, предназначенных для проведения калибровки;

7) описание процесса калибровки (подготовка, необходимые проверки перед началом работы, проверка исправности оборудования и его наладка при необходимости, порядок калибровки, обработка результатов измерения, меры безопасности необходимые при проведении калибровки, условия при которых калибровка не проводится или ее результаты считаются недостоверными, оценка неопределенности измерений при калибровке).

Анализ законодательной и нормативной документации в области калибровки средств измерений позволяет установить, что типовая методика калибровки на расходомер массовый должна содержать следующие разделы:

1) титульный лист;

2) область применения;

3) нормативные ссылки;

4) термины и определения;

5) технические требования;

6) требования к квалификации калибровщиков (образование, практический опыт работы, профессия);

7) требования по обеспечению безопасности (обеспечение безопасности труда калибровщиков, охрана окружающей среды, нормы санитарии на производстве);

8) подготовка к проведению калибровки;

9) процедура калибровки;

10) оформление результатов калибровки.

Кроме того, методика калибровки на расходомер массовый должна содержать необходимые формы для проведения работ по калибровке расходомеров массовых на предприятии:

а) форма протокола калибровки расходомера массового, включающая в себя информацию о дате проведения калибровки, типе и заводском номере расходомера, об условиях проведения калибровки, средствах калибровки, результате внешнего осмотра, проверке герметичности и специалисте, проводившем калибровку. На основе полученных результатов определяют погрешность измерения массы и выносят заключения о годности расходомера;

б) форма сертификата о калибровке расходомера массового, в которой указывается тип и модель расходомера, наименование заказчика, условия проведения калибровки (температура воздуха, относительная влажность), результаты калибровки, специалист, проводивший калибровку, дата проведения калибровки и дата следующей калибровки;

с) форма извещения о непригодности к применению расходомера массового.

Таким образом, методика калибровки на расходомер массовый установит последовательность действий, необходимых для определения точных значений метрологических показателей средств измерений. Основной функцией калибровки будет являться результат, который определит пригодность расходомера массового. Результаты калибровки подтверждают калибровочным клеймом, наносимым на средство измерения или сертификатом о калибровке, и заносят в эксплуатационные документы.

Типовая методика калибровки на расходомер массовый позволит повысить качество калибровочных работ на предприятии. Благодаря методике калибровке, предприятие сможет оценить погрешность показания расходомеров массовых и отладить производственный процесс.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ГОСТ Р 8.879-2014 Государственная система обеспечения единства измерений. Методики калибровки средств измерений. Общие требования к содержанию и изложению. М.: Стандартинформ, 2015. 8 с.

**ОРГАНИЗАЦИЯ ВХОДНОГО КОНТРОЛЯ
МЕТАЛЛОПРОКАТА НА МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОМ
ПРЕДПРИЯТИИ**

А.Н. Порошина, В.Ф. Ершова

Научный руководитель - **В.Ф. Ершова**, старший
преподаватель

Ярославский государственный технический университет

В статье рассматриваются вопросы организации входного контроля на машиностроительном предприятии. Построена типовая схема входного контроля металлопроката.

***Ключевые слова:** качество, входной контроль, металлопрокат, схема.*

**ORGANIZATION OF INPUT CONTROL
OF METAL-ROLLING AT A MACHINE-BUILDING
ENTERPRISE**

A.N. Poroshina, V.F. Ershova

Scientific Supervisor - **V.F. Ershova**, Senior Lecturer

Yaroslavl State Technical University

The article deals with the organization of input control at a machine-building enterprise. A typical input metal inspection scheme has been built.

***Keywords:** quality, incoming inspection, metal rolling, scheme.*

В условиях рыночной экономики система оценки качества продукции обязана преимущественно полно соответствовать отличительным чертам рыночных отношений между производителями и покупателями (потребителями) [1].

Для этого предполагается решение следующих задач:

1. Непредубеждённая оценка качества продукции на различных этапах.
2. Выявление свойств и показателей, которые характеризуют качество продукции, объективное отражение их в нормативно - технических документах.
3. Оперативное получение всех необходимых объективных данных о продукции (ее техническом уровне и конкурентоспособности на любом этапе цикла).
4. Построение типовой схемы организации входного контроля металлопроката.

Для того чтобы провести оценку качества поступающих материалов, сырья и иных комплектующих изделий, на каждом машиностроительном предприятии проводится входной контроль - контроль показателей качества и безопасности сырья (продукции). Его проводят с целью предотвращения запуска в изготовление сырья (продукции), которая не соответствует требованиям конструкторской и нормативно-технической документации, а также договоров на поставку и протоколов разрешения по ГОСТ 2.124.

Одним из основных материалов на машиностроительном предприятии является металлопрокат, который поступив на предприятие, хранится на складе и после приемки подвергается входному контролю на качество продукции (сырья) партиями. Каждая партия (металлопрокат, изготовленный по одному ГОСТу, ОСТу, ТУ или другим нормативам из стали одной марки, имеющий одни и те же показатели) продукции (сырья) должна иметь документ о качестве (сертификат или паспорт).

Основными показателями качества металлопродукции является соответствие: микро- и макроструктуре; химическому составу; размерам, геометрии; качеству поверхности изделий; основным технологическим свойствам.

Основными задачами входного контроля являются: проверка наличия сопроводительной документации на продукцию; контроль соответствия требованиям конструкторской и нормативно-технической документации качества и комплектности продукции, ее применения в соответствии с протоколами разрешения; сбор и последующий анализ статистических данных о фактическом уровне качества получаемой продукции и разработка на этой основе предложений с целью повышения качества и, при необходимости, пересмотру требований НТД на продукцию; периодический контроль соблюдения правил и сроков хранения продукции поставщиков.

Номенклатуру металлопродукции, контролируемые требования, вид контроля и объем выборки (пробы) фиксируют в перечне продукции, подлежащей входному контролю, который содержит: наименование, марку (чертежный номер) и тип контролируемой продукции; контролируемые параметры; обозначение НТД (реквизиты договора на поставку или протокола разрешения); вид контроля, объем выборки (пробы); средства измерения с техническими характеристиками; гарантийный срок; указания о маркировке (клеймени) продукции по итогам выходного контроля; допустимый (минимальный) расход ресурса при входном контроле.

В перечень допускается включение требований или указаний с отраженными особенностями продукции при необходимости.

Входной контроль продукции могут установить выборочным, сплошным или непрерывным. В первом случае планы контроля и правила приемки должны соответствовать установленным в НТД на продукцию.

Технологическую документацию на процессы входного контроля разрабатывают технологические службы предприятия по Р 50-609-40-93.

Входной контроль проводят по определенным требованиям, которые прописаны в НТД (нормативно-технической документации) на контролируемую продукцию, на договоры об ее поставке и на протоколы разрешения [2] и осуществляют в специально отведенном помещении (участке), оборудованном необходимыми средствами контроля (средствами измерений и испытательным оборудованием), выбранными в соответствии с требованиями НТД на контролируемую продукцию и ГОСТ 8.002 (ПР 50.2.002-94), а также отвечающими требованиям безопасности труда. Персонал, осуществляющий входной контроль, должен быть аттестован в установленном порядке. Результаты испытаний (анализов) передаются в производство вместе с проверенной и принятой по результатам продукции с соответствующей маркировкой (отметкой, клейменем) в сопроводительных или учетных документах.

К тому же, проведение входного контроля может происходить в два этапа: первый этап предусматривает осуществление внешнего осмотра продукции, соответствие комплектности и наличие сопроводительной документации; а второй- проверку качественных характеристик.

Схема (типовая) организации входного контроля металлопроката на машиностроительном предприятии представлена на рис. 1.

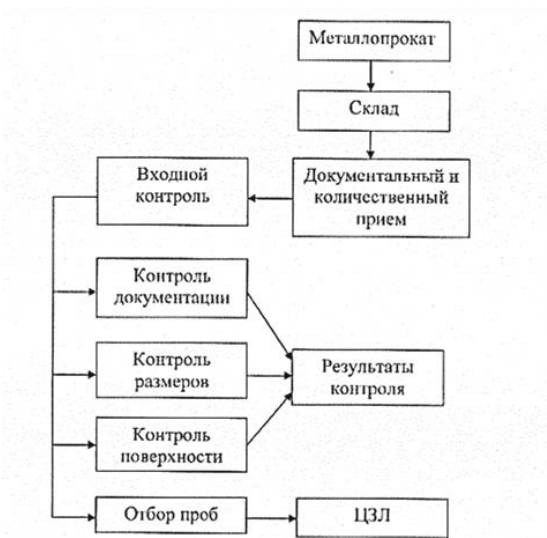


Рис. 1. Схема организации входного контроля

Особенностями данной схемы являются: возможность всех контролей; оценка механических свойств; оценка структуры металлопроката. Вывод: предложенная схема входного контроля позволяет выпускать качественную продукцию в машиностроении.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Аристов А.И. Метрология, стандартизация и сертификация: учебник для студ. вузов обуч. по машиностр. направлениям подготовки и специальностям / А.И. Аристов [и др.] 3-е изд., перераб. М.: Академия, 2008. 382 с.
2. ГОСТ 24297-2013. Входной контроль продукции. Основные положения.
3. Р 50-601-40-93. Рекомендации Входной контроль. Основные положения.
4. Р 50-609-40-93. Рекомендации Технологическое проектирование технического контроля.

**СОВРЕМЕННОЕ НОРМАТИВНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ
ТРЕБОВАНИЙ ОДОБРЕНИЯ ПОТРЕБИТЕЛЯМИ
АВТОМОБИЛЬНЫХ КОМПОНЕНТОВ**

А.М. Прокопьева, Н.И. Вершинина

Научный руководитель – **Н.И. Вершинина** канд. техн. наук,
доцент

Ярославский государственный технический университет

Статья посвящена анализу нормативного обеспечения требований одобрения потребителями автомобильных компонентов. Рассмотрен порядок и требуемая документация для применения нормативных требований для процедуры одобрения производства автомобильных компонентов.

Ключевые слова: одобрение производства автомобильных компонентов, системы менеджмента качества в автомобилестроении.

**MODERN REGULATORY PROVISION OF REQUIREMENTS
FOR CONSUMPTION BY CONSUMERS
OF AUTOMOBILE COMPONENTS**

A.M. Prokopyeva, N.I. Vershinina

Scientific Supervisor – **N.I. Vershinina**, Candidate of Technical
Sciences, Associate Professor

Yaroslavl State Technical University

The article is devoted to the analysis of regulatory support requirements for consumer approval of automotive components. The procedure and the required documentation for the application of regulatory requirements for the approval procedure for the production of automotive components are reviewed.

Keywords: approval of the production of automotive components, quality management system in the automotive industry.

Процесс одобрения производства автомобильного компонента (РРАР) это процесс получения потребителем объективных доказательств того, что поставщик правильно понимает и осуществляет все заданные

требования на автомобильный компонент, и того, что процесс производства поставщика имеет потенциальную возможность изготавливать в назначенных объемах, соответствующие заданным требованиям, автомобильные компоненты.[1] К автомобильным компонентам (а/к) относятся комплектующие изделия и материалы, используемые при изготовлении и сборке автомобилей.

Одобрение производства автомобильных компонентов применяется в следующих случаях:

- проектирование поставщиком нового а/к (узла, детали, используемого материала, цвета и т.п., прежде не поставлявшихся потребителю);
- предотвращение конфликтов (несоответствий) по ранее поставляемому а/к;
- изменение чертежей, спецификаций, материалов а/к;
- изменение конструкции или материала а/к;
- создание а/к с использованием новых или измененных инструментов или оборудования, а также в условиях капитального ремонта или перемонтажа установок для изготовления а/к;
- любые изменения в производственном процессе или технологии изготовления а/к;
- создание а/к после переноса установок или оборудования в другое место предприятия или в дополнительное помещение;
- создание а/к в условиях замены материалов или услуг субподрядчика (например, термообработки, покрытия), а также в условиях замены самого субподрядчика;
- исследование а/к по измененным методам контроля и испытаний (например новая методика);
- возобновление производства а/к после большого перерыва (более 12 мес);
- извещение поставщика потребителем о приостановке отгрузки а/к по сообщениям качества.

В описанных выше случаях поставщик создает полный комплект документов (рис. 1) и образцы для одобрения производства а/к и информирует об этом потребителя.

Потребитель задаёт уровень представления поставщиком образцов и документов. Далее поставщик отправляет потребителю серию образцов и документов РРАР, который соответствует заданному уровню, в упаковке с маркировкой. Если после получения ряда образцов и документов от поставщика необходимо провести дополнительные испытания, потребитель отправляет эти образцы в специализированные лаборатории и следит за ходом испытаний.



Рис. 1. Комплект документов и образцов для одобрения производства автомобильного компонента

Лаборатории собирают все нужные отчеты и сопроводительные документы об испытаниях. Окончательные результаты испытаний заносятся в информационную базу данных РРАР. В то же время при тестировании образцов потребитель анализирует документы, полученные от поставщика, на соответствие требованиям и особым условиям потребителя. В случае если итоги испытаний отрицательные или документы поставщика не соответствуют, то специалисты потребителя принимают решение о выдаче временного одобрения либо об отклонении поставок а/к. Если же итоги испытаний и результаты рассмотрения документов положительные - потребитель составляет заключение об одобрении производства. Это решение принимается уполномоченным лицом потребителя и сообщает поставщику. Результаты одобрения производства а/к полностью конфиденциальны и не могут быть использованы в отношении с третьими лицами без письменного согласия сторон [1].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ГОСТ Р 51814.4-2004 Системы менеджмента качества в автомобилестроении. Одобрение производства автомобильных компонентов [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200035335>

МЕТРОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

Ю.А. Реутова, А.Н. Попков

Научный руководитель – **А.Н. Попков**, канд. техн. наук,
доцент

Ярославский государственный технический университет

Проведён анализ определений термина «метрологическое обеспечение». Показана необходимость создания и поддержания условий для получения измерительной информации для каждого конкретного предприятия в зависимости от признаков классификации метрологического обеспечения объектов.

Ключевые слова: метрологическое обеспечение, процесс, объект, измерительная информация.

METROLOGICAL SUPPORT OF INDUSTRIAL COMPANIES

Yu.A. Reutova, A.N. Popkov

Scientific Supervisor - **A.N. Popkov**, Candidate of Technical
Sciences, Associate Professor

Yaroslavl State Technical University

The analysis of definition of the term "metrological support" is carried out. It is shown that it is necessary to create and maintain conditions for obtaining measurement information for each specific companies, depending on the characteristics of the classification of metrological support for objects.

Keywords: metrological support, process, object, measurement information.

В настоящее время в материалах ряда научно-практических конференций и публикации в журналах ведётся полемика о диверсификации терминологии основных определений, применяемых в метрологии, в частности понятия, «метрологическое обеспечение». Всем нам знакомо определение, данное в ГОСТ 1.25 □76, отменённого 1994 году.

Метрологическое обеспечение (МО) – установление и применение научных и организационных основ, технических средств, правил и норм, необходимых для достижения единства и требуемой точности измерений [2].

Приведенное выше определение носит концептуальный характер, и призвано было служить в качестве отправной точки в организации многогранной деятельности по метрологическому обеспечению предприятий.

За годы действия стандарта метрологи привыкли к такому определению «метрологическое обеспечение» и оно стало для них понятным и необходимым для организации производства.

Однако термины, которые 20-30 лет назад казались безупречными, в настоящее время могут уже не в полной мере отвечать требованиям практических задач. В настоящее время, действующим стандартом, дающим определение МО, является ГОСТ Р 8.820–2013 «ГСИ. МЕТРОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ. Основные положения». В соответствии с этим стандартом определение МО выглядит следующим образом [1]:

метрологическое обеспечение измерений (МОИ): Систематизированный, строго определенный набор средств и методов, направленных на получение измерительной информации, обладающей свойствами, необходимыми для выработки решений по приведению объекта управления в целевое состояние.

Некоторые специалисты-метрологи считают такое определение неправильным. В словосочетании «метрологическое обеспечение» прилагательное «метрологическое» уже означает, что речь идет об *обеспечении измерений*. Поэтому неправильно использовать словосочетание «метрологическое обеспечение измерений».

Модернизация определения понятия «метрологическое обеспечение», несомненно, назрела, но в смысле разделения видов метрологической деятельности, направленных на выполнение конкретных производственных задач.

Если сформулировать определение термина «метрологическое обеспечение», то одним из синонимов слова «обеспечить» является «создать условия». Условия – это обстоятельства, предпосылки, определяющие существование или осуществление чего-либо [4]. Учитывая целевую направленность измерений, дадим определение:

метрологическое обеспечение – создание и поддержание условий для получения измерительной информации, соответствующей установленным/заданным требованиям.

Определение согласуется с позицией авторов стандарта ГОСТ 8.820–2013. Действительно, конкретная цель МО состоит в том, чтобы создать условия получения измерительной информации, обладающей свойствами, необходимыми и достаточными для выработки решений.

Измерительная информация - информация о количественных значениях измеряемой величины, обладающая свойствами, необходимыми и достаточными для принятия решений [4].

Измерительная информация, как и всякая другая, обладает рядом свойств. Свойствами измерительной информации являются полнота, точность и достоверность, своевременность и актуальность.

Отсюда следует, что для правильной организации метрологического обеспечения на конкретном предприятии нужно предъявлять требования не только к элементам, процессам и результатам измерений, но и к измерительной информации.

В то же время имеются общие направления работ – процессы, которые присутствуют в метрологическом обеспечении предприятий, вне зависимости от сфер деятельности, в которых выполняются измерения, от характера объекта и различия организационных структур.

К числу таких процессов можно отнести: постановку задачи; информационное обеспечение; организацию работ; планирование; финансирование; разработку методических материалов; проектирование; материально-техническое снабжение; учет и хранение средств измерений; техническое обслуживание и ремонт; соблюдение правовых норм; управление кадрами; выполнение контрольно-надзорных функций.

Материальные объекты метрологического обеспечения являются *элементами измерительного процесса*: средства измерений (стандартные образцы), методики измерений, операторы (отсутствуют при автоматизированных измерениях) и условия выполнения измерений.

Процессы метрологического обеспечения— это действия, связанные с обеспечением единства измерений: испытания средств измерений для целей утверждения типа, утверждение типа средств измерений, передача единицы величины в соответствии с иерархической схемой (поверка, калибровка), метрологическая экспертиза; аттестация: методик измерений, операторов, условий измерений.

Анализ состояния измерений (метрологического обеспечения) не входит в число процессов, влияющих на качество измерительной информации. Однако он является необходимым элементом деятельности метрологической службы, так как результаты анализа используют при планировании работ по МО, а также для принятия решения о необходимости совершенствования МО.

Наполнение процессов конкретными функциями, объём работ, участники реализации процессов могут быть разными. Различие, в частности, определяется исходными требованиями к измерительной информации, стратегией развития метрологической службы, организационной структурой предприятия и масштабом производства, наличием/отсутствием измерений, относящихся к сфере государственного регулирования ОЕИ. И

совершенно очевидно, что метрологические службы большинства предприятий не занимаются установлением и применением научных и организационных основ для достижения единства и требуемой точности.

Некоторые процессы и функции МО выполняются службами, создаваемыми по вертикали управления.

Используются следующие признаки классификации метрологического обеспечения объектов [1]: по типу деятельности; по сфере деятельности; по характеру объекта; по организационной форме объекта [1].

Вывод. Необходима разработка СТО «Метрологическое обеспечение. Основные положения» для каждого конкретного предприятия, детализирующего понятие метрологического обеспечения предприятия, дающего направление развития метрологического обеспечения всего предприятия, раскрывающего порядок метрологического обслуживания оборудования, средств измерений и определяющий роль и место метрологических служб в обеспечении качества выпускаемой продукции.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ГОСТ Р 8.820-2013 «ГСИ. МЕТРОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ. Основные положения».
2. ГОСТ 1.25-76 «Государственная система стандартизации. Метрологическое обеспечение. Основные положения».
3. *Лукашов Ю.Е.* Диверсификация понятия метрологическое обеспечение / Ю.Е. Лукашов, В.А. Сковородников // Главный Метролог: практ. журнал. 2012. № 2.
4. *Ефремова Т.Ф.* Новый словарь русского языка. Толково-образовательный. В 2 т. М.: Рус. яз., 2000. 1209 с.

**ОБ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ИНТЕГРИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ
МЕНЕДЖМЕНТА В КАЧЕСТВЕ ОСНОВЫ РЕАЛИЗАЦИИ
БАЗОВЫХ ПРИНЦИПОВ CALS-ТЕХНОЛОГИЙ**

Ю.А. Реутова, Д.А. Куликова, К.И. Порсев

Научный руководитель – **К.И. Порсев**, старший
преподаватель

Ярославский государственный технический университет

Проанализирована возможность реализации базовых принципов CALS-технологий через интеграцию систем производственного, инновационного и информационного менеджмента.

Ключевые слова: информационная поддержка, системы менеджмента, CALS-технологии.

**ON THE USE OF AN INTEGRATED MANAGEMENT SYSTEM
AS THE BASIS FOR IMPLEMENTING THE BASIC
PRINCIPLES OF CALS-TECHNOLOGIES**

Yu.A. Reutova, D.A. Kulikova, K.I. Porsev

Scientific Supervisor - **K.I. Porsev**, Senior Lecturer

Yaroslavl State Technical University

The possibility of implementing the basic principles of CALS-technologies through the integration of production, innovation and information management systems is analyzed.

Keywords: information support, management systems, CALS-technologies.

Анализируя текущий уровень развития информационно-коммуникационных технологий, следует определить, что одним из наиболее эффективных способов обеспечения информационной поддержки процессов управления является применение электронного документооборота (ЭДО). На наш взгляд, реализация концепции CALS-технологий (англ. Continuous

Acquisition and Life Cycle Support – непрерывная информационная поддержка поставок и жизненного цикла) может стать одним из перспективных способов эффективной организации ЭДО. За счет использования распределенного хранилища данных, существующего в сетевой компьютерной системе и охватывающего все службы и подразделения предприятия, связанные с процессами ЖЦ CALS обеспечивает непрерывную информационную поддержку продукции на протяжении всего жизненного цикла (ЖЦ). Единообразные способы управления процессами и взаимодействия всех участников этого цикла обеспечиваются применением единой системы правил представления, хранения и обмена информацией.

Некомплексная, локальная реализация стратегии CALS, является одной из наиболее важных, несмотря на распространенность и востребованность CALS на отечественных предприятиях.

Вывод о том, что именно несовершенство интерпретации подходов к реализации базовой части CALS является причиной недостаточной эффективности реализации стратегии CALS можно сделать в результате анализа некоторых подходов к внедрению CALS.

Ранее в статье [1] в качестве одного из способов решения ряда проблем, сводящихся к несовершенству аппарата внедрения CALS мы рассматривали дополнение стандартной структуры управления предприятия системой производственного менеджмента. В ходе исследования типовой модели производственного предприятия было предложено проанализировать возможность использования не только системы производственного менеджмента, но и других систем, организующих поддерживающие процессы ЖЦ продукции.

В условиях современной экономики и информационного общества, когда управление всеми видами процессов является базовой частью организации деятельности предприятия предлагаем в качестве базовых технологий управления процессами CALS применять интегрированную систему менеджмента (ИСМ). Перспективными системами менеджмента для интеграции считаем производственный, информационный и инновационный менеджмент.

Результат нормативно-методологического анализа степени интеграции базовых принципов CALS в требования нормативных документов [2-5] к трём системам приведён в табл. 1.

**Таблица 1. Анализ реализации базовых принципов CALS
в интегрированной системе менеджмента**

Базовый принцип CALS СМ	Системный подход к реализации этапов ЖЦ продукции	Параллельный инжиниринг	Ориентация на типовые решения	ЭДО
Инновационный менеджмент	Проводится анализ внешнего и внутреннего контекста, идентифицируются потребности всех элементов	Распределение между исполнителями ответственности за выполнение работ	Разработка универсальных методов менеджмента	Создание внутрикорпоративной сети и веб-сайтов
Производственный менеджмент	Отдельный и последовательный контроль хода выполнения каждой процедуры	Скоординированная инженерная работа по анализу необходимой структуры оборудования, функциональности технологического процесса, процедуры управления	Управляющие действия по управлению разработкой общей рецептуры	Долгосрочным резервным хранением в электронной форме документов и лёгкий доступ к ним
Информационный менеджмент	Управление всем объемом и типами информации	Регламентирование отношений между общим рабочим пространством, средой взаимодействия и группой взаимодействия, их совместная реализация	В проанализированной нормативной документации не выявлено признаков ориентации информационного менеджмента на типовые решения	Организация сервера как централизованного хранилища информационных моделей и как распределенного хранилища

Таким образом, опираясь на результат анализа можно сделать вывод о реальной возможности реализации базовых принципов концепции CALS за счёт выполнения требований, рассмотренных выше стандартов на системы менеджмента производства, инноваций и информации в виде интегрированной системы менеджмента.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Реутова Ю.А.* Управление производством в интегрированной информационной среде / Ю.А. Реутова, К.И. Порсев // Семьдесят вторая всероссийская научно-техническая конференция студентов, магистрантов и аспирантов высших учебных заведений с международным участием. 24 апреля 2019 г. С. 415-417.
2. ГОСТ Р 55347-2012 Системы управления проектированием. Руководство по менеджменту инноваций. М.: Стандартинформ, 2014. 62 с.
3. ГОСТ Р МЭК 61512-1-2016 Управление серийным производством. Часть 1. Модели и терминология. М.: Стандартинформ, 2016. 69 с.
4. ГОСТ Р ИСО/МЭК 12207-2010 Информационная технология (ИТ). Системная и программная инженерия. Процессы жизненного цикла программных средств. - М.: Стандартинформ, 2012. 99 с.
5. ГОСТ Р 57296-2016 Интегрированный подход к управлению информацией жизненного цикла антропогенных объектов и сред. Описание данных для математического моделирования процессов жизненного цикла. Основные положения. - М.: Стандартинформ, 2017. 99 с.

УДК 006.053: 665.6/.7

РАЗРАБОТКА СТАНДАРТА ОРГАНИЗАЦИИ «ПОРЯДОК ПОДТВЕРЖДЕНИЯ СООТВЕТСТВИЯ ПРОДУКЦИИ»

Е.Е. Смирнова, С.А. Соловьева

Научный руководитель – **С.А. Соловьева**, канд. хим. наук, доцент

Ярославский государственный технический университет

Рассматривается порядок проведения подтверждения соответствия продукции в организации.

***Ключевые слова:** подтверждения соответствия, порядок подтверждения соответствия.*

DEVELOPMENT OF THE ORGANIZATION'S STANDARD “PROCEDURE FOR CONFIRMING PRODUCT CONFORMITY”

E.E. Smirnova, S.A. Solovyeva

Scientific Supervisor - S.A. Solovyeva, Candidate of Chemical
Sciences, Associate Professor

Yaroslavl State Technical University

The procedure for confirming product conformity in the organization is considered.

***Keywords:** conformity confirmation, conformity confirmation procedure.*

Подтверждение соответствия — это документально зафиксированные требования соответствия продукции.

Подтверждение соответствия может носить как добровольный, так и обязательный характер. Это выбирается из вида документа с помощью которых будет производиться процедура подтверждения соответствия.

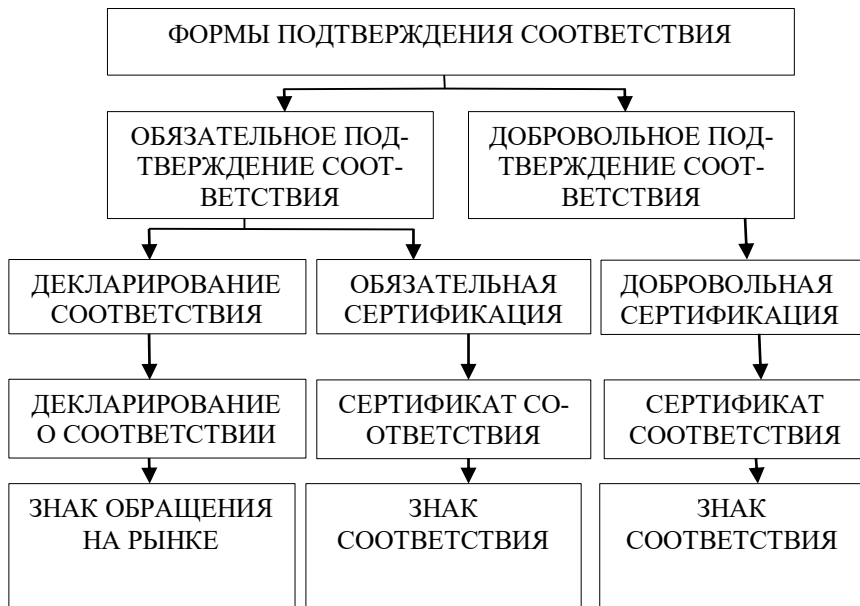


Рис. 1. Формы подтверждения соответствия

Подтверждение соответствия может осуществляться изготовителем так и независимой стороной (потребителем).

Подтверждение соответствия осуществляют с помощью различных процедур. Это определяется схемой, которая будет установлена и использована в организации или на предприятии.

При подтверждении соответствия изготовитель обязан самостоятельно собрать все необходимые доказательства о соответствии, при необходимости привлекая третью сторону для помощи. Если документ соответствия выдает третья сторона, то третья сторона необходима самостоятельно собрать все данные документы и предоставить изготовителю.

ПАО «Славнефть-ЯНОС» - один из крупнейших нефтеперерабатывающих заводов России, который расположен в Ярославской области, городе Ярославль. Большой ассортимент продукции ЯНОСа включает автомобильные бензины и дизельное топливо стандарта Евро-5, топливо для реактивных двигателей и т.д. Действующая на ЯНОСе система менеджмента качества ISO 9001 позволяет предприятию постоянно улучшать и совершенствовать выпускаемую продукцию, что позволяет предприятию побеждать в различных конкурсах и соответствовать Европейскому качеству. Постоянные попытки улучшения позволяют продукции предприятия

входить в топ лучших товаров России. Предприятие пытается снижать негативное воздействие на окружающую среду, используя новые методы производства. Также можно отметить, что на предприятии ведется модернизация производства, что положительно сказывается на качестве выпускаемой продукции.

Таблица 1. Перечень продукции, подлежащей подтверждению соответствия на «Славнефть-ЯНОС» [2]

№ п/п	Вид нефтепродукта	НД
1	Парафин нефтяной П-2	ГОСТ 23683-89
2	Парафин нефтяной спичечный Нс	ТУ 38.1011322-90
3	Церезин. Марка 75	ГОСТ 2488-79
4	Битум нефтяной дорожный вязкий БНД 60/90	ГОСТ 22245-90
5	Битум нефтяной дорожный вязкий БНД 90/130	ГОСТ 22245-90
6	Битум нефтяной дорожный вязкий улучшенный марки БНД-У 100/130 «Битурокс»	ТУ 0256-001-50945912-2002
7	Битум нефтяной строительный БН 90/10	ГОСТ 6617-76
8	Битум нефтяной кровельный БНК 115/15	СТО 00149765-006-2013
9	Парафин нефтяной твердый П-2	ГОСТ 23683-89

Перед выпуском в обращение продукция подлежит подтверждению соответствия в форме декларирования соответствия по ТР ТС 030/2012 «О требованиях к смазочным материалам, маслам и специальным жидкостям».

Согласно ТР ТС 030/2012 продукция, выпускаемая в обращение ПАО «Славнефть-ЯНОС», проходит декларирование соответствия по одной из следующих схем: 1д, 2д, 3д, 4д и 6д.

Подтверждение соответствия топлива требованиям Технического регламента ТС осуществляется:

- для серийно выпускаемых топлив - по схемам 3д или 6д;
- для топлив, выпускаемых или ввозимых партиями - по схеме 4д;
- для опытно-промышленных партий - по схеме 2д для автомобильного бензина, дизельного топлива, судового топлива и мазута, по схеме 4д для авиационного бензина и топлива для реактивных двигателей.

Декларирование соответствия масел требованиям технического регламента осуществляется по схемам 1д или 2д.

Подтверждение соответствия позволит ПАО «Славнефть-ЯНОС» изготавливать качественную продукцию и входить в число лидеров по производству высококачественных нефтепродуктов. Эти условия улучшают имидж предприятия и позволяют сотрудничать с зарубежными предприятиями, в том числе производить совместную продукцию. Также можно отметить, что уникальный набор установок позволяет производить дизельное топливо и автомобильные бензины высшего качества, отвечающие требованиям Евро-5.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ГОСТ Р 56011-2014 Оценка соответствия. Порядок обязательного подтверждения соответствия. Открытое акционерное общество "Всероссийский научно-исследовательский институт сертификации" (ОАО "ВНИИС" ТК 079). М., 2015. 16 с.
2. Официальный сайт предприятия ОАО «Славнефть-ЯНОС» [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.refinery.yaroslavl.su/production/production/>.

УПРАВЛЕНИЕ РИСКАМИ И ВОЗМОЖНОСТЯМИ В ИСПЫТАТЕЛЬНОЙ ЛАБОРАТОРИИ

К.А. Смирнова

Научный руководитель – **Н.И. Вершинина**, канд. техн. наук,
доцент

Ярославский государственный технический университет

Рассматриваются основные принципы риск-менеджмента применительно к испытательной лаборатории.

Ключевые слова: *испытательная лаборатория, стандарт, управление, риски, возможности, критерии риска, оценка рисков.*

MANAGING RISKS AND OPPORTUNITIES IN A TEST LAB

K.A. Smirnova

Scientific Supervisor – **N.I. Vershinina**, Candidate of Technical
Sciences, Associate Professor

Yaroslavl State Technical University

The main principles of risk management in relation to the test laboratory are considered.

Keywords: *testing laboratory, standard, management, risks, opportunities, risk criteria, risk assessment.*

На сегодня тема управление рисками и возможностями становится все более актуальна для испытательных лабораторий. Новая версия стандарта ГОСТ ISO/IEC 17025-2019 «Общие требования к компетентности испытательных и калибровочных лабораторий» включает требования по управлению рисками, то есть устанавливает необходимость разработки полноценной процедуры, объектом которой становятся риски.

Согласно ГОСТ Р ИСО 31000 риск – это влияние неопределенности на цели. [1] Под влиянием можно понимать отклонение события от ожидаемого, но следует понимать, что влияние может быть как отрицатель-

ным, так и положительным – возможность. Под неопределенностью понимается отсутствие достоверной информации о каких-либо факторах, влияющих на результат.

Чтобы внедрить систему управления рисками в испытательную лабораторию руководству необходимо выпустить соответствующий документ. Например, стандарт организации «Управление рисками и возможностями». Данный документ должен содержать:

- 1) цели менеджмента-рисков;
- 2) ответственный персонал за управление рисками;
- 3) основные этапы менеджмента рисков;
- 4) критерии оценивания рисков;
- 5) формы документов риск-менеджмента.

Критерии риска лучше устанавливать в соответствии с ГОСТ Р 58771-2019. Уровень риска получают путем умножения вероятности возникновения события на степень влияния на процесс. Например, можно использовать пятибалльную шкалу для определения данных показателей. Получив общую оценку риска можно выделить четыре основные зоны, которые говорят о том, что любое рисковое событие можно охарактеризовать по двадцати пяти бальной шкале. Если лаборатория в качестве значения, выше которого риск считается неприемлемым, задает число 7, то для событий выше этого значения разрабатываются действия для устранения или минимизации. Рисковые события, которые находятся в зоне, не превышающей 7 – отслеживаются ежегодно.

Оценка риска включает в себя три подпроцессы – это идентификация, анализ и оценивание рисков.

Идентификация риска заключается в определении возможных событий (результатов процессов или действий). Важно выявить все возможные события риска на этапе идентификации, так как если на этом этапе событие не выявлено, то и дальнейшему анализу оно подвергнуто не будет. Все идентифицированные риски заносятся в Реестр рисков.

Идентификацией рисков в лаборатории занимается один человек или группа специалистов. Для этого могут быть использованы такие методы, как анкетирование членов экспертной группы, мозгового штурма, сравнения и другие.

На этапе анализа риска устанавливают причины и источники рисков, а также вероятность возникновения и степень влияния на процесс по критериям рисков. Данные полученные в ходе анализа рисков также заносятся в Реестр рисков.

На завершающем этапе – оценивание рисков, происходит сравнение величины риска с установленными критериями. На этом этапе необходимо определить, какие риски требуют немедленных действия, для каких необходимо разработать средне- или долгосрочный план по улучшениям, какие

находятся в зоне приемлемости, а какие ничтожно малы и ими можно пренебречь.

Все воздействия на риски осуществляются по плану, даже если предлагаемые меры кажутся очевидными. После выполнения плана следует прописать индикаторы для мониторинга, периодичность и ответственного за мониторинг.

Рассмотрим некоторые риски на примере испытательной лаборатории «НПО Феррум»:

Таблица 1. Риски испытательной лаборатории

Рисковое событие	Источник риска	Вероятность появления	Возможные последствия	Тяжесть последствий	Решение
Конфликт персонала	Внутренний (сотрудники)	3	Отток специалистов, Недостоверные результаты Отказ от работы	3	Разделение функций; Соответствующая организационная структура; Исключение конфликтующих видов деятельности исходя из практики
Утечка информации	Сотрудник разглашает информацию	3	Снижение репутации Потеря аккредитации	3	Прописанные сведения о политике конфиденциальности Правила доступа к информации Правила уничтожения информации Правила распространения информации
Увольнение опытного персонала	Ресурсное обеспечение (высокий, средний возраст персонала)	2	Потеря аккредитации по отдельным видам	4	Директору ИЛ осуществлять мониторинг возможных сроков выхода на пенсию Дублирование навыков Подбор молодых специалистов
Нарушение требований в процессе измерения	Внутренний сотрудник не компетентен в какой-либо области, усталость	3	Недостоверные результаты	5	Повышение компетентности персонала, Нормирование рабочего времени, Выборочный контроль

Представленный подход может быть реализован без существенных затрат в испытательной лаборатории. Оценка как рисков, так и возможностей создает основу для повышения эффективности системы управления, достижения лучших результатов и предотвращения негативных последствий. Лаборатория несет ответственность за решение о том, в отношении каких рисков и возможностей ведется наблюдение и принимаются меры.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ГОСТ Р ИСО 31000-2019 «Менеджмент риска. Принципы и руководство» [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200170125>

УДК 681.121.842

**РАЗРАБОТКА ПРОЕКТА МЕТОДИКИ
МЕТРОЛОГИЧЕСКОГО СОПРОВОЖДЕНИЯ СУЖАЮЩИХ
УСТРОЙСТВ НА ПРИМЕРЕ ПАО «СЛАВНЕФТЬ-ЯНОС»**

Л.И. Соколова

Научный руководитель – **Е.Ф. Трофимов**, канд. техн. наук, доцент

Ярославский государственный технический университет

Рассматривается разработка проекта методики метрологического сопровождения сужающих устройств.

***Ключевые слова:** методика, сопровождение, расход, программа, актуализация, расчёт, паспорт, алгоритм, параметры, база данных.*

**DEVELOPMENT OF A DRAFT METHODOLOGY
FOR METROLOGICAL SUPPORT OF LOWING DEVICES
ON THE EXAMPLE OF PJSC «SLAVNEFT-YANOS»**

L.I. Sokolova

Scientific Supervisor – **E.F. Trofimov**, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor

Yaroslavl State Technical University

The development of a draft methodology for metrological support of narrowing devices is considered.

***Keywords:** methodology, maintenance, expense, program, updating, calculation, passport, algorithm, parameters, database.*

Сужающее устройство (далее СУ) - это техническое устройство, устанавливаемое в измерительном трубопроводе, со сквозным отверстием для создания перепада давления среды путем уменьшения площади сечения трубопровода (сужения потока).

Стандартное СУ - это сужающее устройство, геометрические характеристики и условия применения которого регламентированы группой стандартов ГОСТ 8.586.2 - ГОСТ 8.586.4.

Расход - это количество вещества, протекающее через данное сечение трубопровода в единицу времени. Расход может быть массовым и объёмным.

Стандартные (нормализованные) СУ подразделяются на 3 вида: диафрагмы, сопла и сопла Вентури.

СУ не является средством измерений и не подвергается поверке или калибровке. Оно подлежит проверке технического состояния и определению геометрических размеров в соответствии с [1].

На крупнейшем нефтеперерабатывающем заводе Северного региона России «Славнефть-Ярославнефтеоргсинтез» более 2000 СУ. Каждое имеет определённую схему соединения со своим сопротивлением: схема соединения при измерении расхода жидкости, газа или пара. Виды местных сопротивлений также могут быть различны (резкое расширение/сужение трубопровода, плавный поворот, постепенное расширение/сужение и т.п.), что значительно повлияет на результат измерения.

Поскольку указанные технические устройства были установлены в разное время, а схемы их подсоединений могли по различным причинам претерпеть некоторые изменения, то актуальной становится задача проведения ряда мероприятий:

- проведение ревизии и актуализации схем подключения;
- проведение в случае необходимости пересчёта характеристик;
- присвоить СУ идентификационные номера;
- выполнить чертежи подсоединения;
- проведение в случае необходимости расчета геометрических размеров СУ;
- завести паспорт на каждое СУ;
- сформировать базу данных СУ предприятия.

Для ускорения и облегчения перерасчёта и мониторинга СУ на предприятии предлагается использовать программу «КИП и А» [2] как инструментальный их метрологического сопровождения.

Программа «КИП и А» предназначена для широкого круга пользователей, работающих в сфере метрологии, контрольно-измерительных приборов и автоматики, а также АСУТП (автоматизированных системах управления технологическими процессами). Может быть востребована студентами технических вузов и специалистам технических специальностей.

Благодаря данной программе мы быстро выполним данную задачу, не прилагая больших усилий.

Для того чтобы рассчитать СУ для расхода измеряемой среды, необходимо знать конструктивные особенности СУ и параметры среды, расход которой рассчитывается. После ввода всех данных, программа автоматически рассчитывает все геометрические характеристики.

В случае расхождения результатов имеющихся и полученных расчетов следует произвести новый вариант СУ и установить его на оборудовании. При этом установка СУ должна осуществляться по методике, разработанной службой КИПиА ОАО «Славнефть-Янос» [3]. Рассмотренный алгоритм метрологического сопровождения СУ на предприятии будет отражен в соответствующем документе – методике метрологического сопровождения сужающих устройств.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ГОСТ 8.899-2015 «Государственная система обеспечения единства измерений (ГСИ). Измерение расхода и количества жидкостей и газов с помощью стандартных сужающих устройств»/
2. Программа КИП и А: <https://www.axwap.com/kipia/index.htm>
3. ОАО «Славнефть-Ярославнефтеоргсинтез» методика калибровки МК-001-2001 «Сужающие устройства». 2001.

АНАЛИЗ МЕТОДИК ИСПЫТАНИЙ ДЛЯ ОЦЕНКИ ПРОЧНОСТИ ЛИТЕЙНОГО КОКСА

Е.И. Цвелик, Д.А. Качалова, В.А. Иванова

Научный руководитель – **В.А. Иванова**, д-р техн. наук, доцент

Ярославский государственный технический университет

Проведен анализ методик испытаний для оценки механической прочности литейного кокса на предмет их соответствия условиям, в которых находится литейной кокс при транспортировании, хранении и загрузке вагранки. Установлена необходимость разработки методики испытаний для оценки прочности литейного кокса при загрузке в вагранку металлической части шихты.

Ключевые слова: методика испытаний, литейный кокс, оценка качества, прочность.

ANALYSIS OF TEST METHODS FOR ASSESSING THE STRENGTH OF FOUNDRY COKE

E.I. Tsvelik, D.A. Kachalova, V.A. Ivanova

Scientific Supervisor - **V.A. Ivanova**, Doctor of Technical Sciences,
Associate Professor

Yaroslavl State Technical University

Testing methods for evaluating the mechanical strength of foundry coke for their compliance with the conditions in which foundry coke is located during transportation, storage and loading of cupola are analyzed. The necessity of developing a test procedure for assessing the strength of foundry coke when loading the metal part of a charge into a cupola was established.

Keywords: test procedure, foundry coke, quality assessment, strength.

Литейный кокс – это каменноугольный кокс, используемый в литейном производстве. Предпочтительная крупность литейного кокса должна составлять 60 мм и более, и чем больше диаметр вагранки, тем крупнее должны быть куски кокса. По этой причине прочность литейного кокса должна быть достаточной для того, чтобы обеспечить сохранение его

гранулометрического состава как при его транспортировании хранении, так и при загрузке вагранки.

Стабильность гранулометрического состава и высокое содержание классов крупности 60-80 мм и 80 мм и более обеспечивают поддержку столба шихты и его дренажную способность [1, 2]. Степень изменения гранулометрического состава в первую очередь определяется механической прочностью литейного кокса.

Прочность является наиболее важным свойством с точки зрения эффективности плавки чугуна в вагранке. Если рассматривать различные виды прочности, то наибольший интерес для ваграночной плавки представляет прочность литейного кокса при истирающих и ударных нагрузках, прочность на сбрасывание и прочность при высоких температурах.

Показатели, характеризующие прочность каменноугольного кокса, а также методы их определения представлены в табл. 1. К ним относятся показатели CSR (%), AV (%) и ПИ (%), характеризующие прочность каменноугольного кокса после реакции с CO_2 при температуре 1100 °С. Методы испытаний, для определения этих показателей, моделируют условия, в которых находится литейный кокс в высокотемпературной зоне вагранки. При этом показатели истираемости ПИ (%), AV (%) характеризуют устойчивость кокса к механическому разрушению. Выражаются данные показатели количеством класса крупности размером менее 0,5 мм (мелочи), образовавшегося после обработки в барабане прореагировавшего кокса. Прочность кокса определяется степенью разрушения кусков при обработке во вращающемся барабане.

Для определения Микум-показателей (показатели M_{40} и M_{10} (%)) и Иррид-показателей испытания также проводятся с использованием вращающегося барабана, однако без предварительного нагрева. Условия испытаний этих показателей моделируют поведение кокса при пересыпании.

В соответствии с требованиями ГОСТ 3340-88 [3] для каждой партии (вагона) на предприятии изготовителе определяется показатель прочности M_{40} . Приготовленную пробу массой ($50 \pm 0,5$) кг загружают в барабан диаметром 1 м и плотно, так, чтобы не просыпалась мелочь, закрывают крышкой. После 100 оборотов барабан автоматически останавливается. Пробу выгружают, тщательно собирая всю коксовую мелочь.

После испытания в барабане каменноугольный кокс подвергают ситовому анализу с использованием механического грохота. Грохот должен быть оборудован ситами с круглыми отверстиями диаметром 40 и 10 мм [4].

**Таблица 1. Показатели прочности кокса и методы испытаний
для получения этих показателей**

Показатель прочности кокса	Национальный (межгосударственный) стандарт
Показатель истираемости ПИ, %; показатель прочности после реакции CSR, %	ГОСТ Р 54250-2010 [5] ГОСТ 32248-2013 [6]
Прочность кокса после реакции CSR, %; показатель истираемости AV, %	ГОСТ Р 54250-2010 [5]
Показатель дробимости M ₄₀ , %; показатель истираемости M ₁₀ , %	ГОСТ 8929-75 [7]
Микум-показатели M ₄₀ , M ₂₀ , M ₁₀ , % и др. Микум-показатели; Ирсид-показатели I ₄₀ , I ₃₀ , I ₂₀ , I ₁₀ , %; коэффициент дробимости K _д , %	ГОСТ 5953-93 [4]
Индексы сбрасывания 80, 50, 40, 25 и 12,5 мм	ГОСТ 28946-91 [8]

Исходя из условий испытаний, литейный кокс подвергается большому количеству соударений, падению с высоты не более 1 метра (диаметр барабана), а также истиранию при соприкосновении с другими кусками кокса, а также со стенками и ребрами барабана. Т.е. данные испытания имитируют пересыпания кокса из одной емкости в другую, что характерно для транспортирования литейного кокса внутри предприятия.

В ГОСТ 28946-91 [8] установлена методика определения прочности литейного кокса на сбрасывание. Для испытаний отбирается проба весом не менее 110 кг, крупность кусков кокса должна составлять 50 мм и более, гранулометрический состав определяется аналогично определению гранулометрического состава всей валовой пробы. Если влажность кокса превышает 5 % его просушивают, поскольку есть различия в дроблении мокрого и сухого кокса. В ящик помещается 25 кг кокса и затем сбрасывается с высоты 1830 мм на стальную плиту. Операция повторяется 4 раза. После этого кокс просеивают и определяют индексы сбрасывания по выраженной в процентах массе кокса, оставшегося на ситах с определенным размером отверстий, а также средний размер куска.

Исходя из условий испытаний, литейный кокс подвергается многократным ударным нагрузкам при падении с высоты 1830 мм, что соответствует условиям при загрузке литейного кокса в бункеры для хранения и загрузке коксовой колоши в вагранку.

Однако необходимо отметить, что колоша укладывается слоями и за коксовой идет слой металлической колоши, которая засыпается с высоты до 2 м при плавке в стабильном режиме. Металлическая колоша

состоит из чугунных чушек, металлолома, частей литниковых систем и т.п. Масса отдельных элементов может составлять от 5 до 30 кг. Метода определения прочности литейного кокса при таких условиях в настоящее время не существует.

Разработка метода определения прочности литейного кокса в процессе загрузки в вагранку металлической части шихты позволит прогнозировать изменение гранулометрического состава, а соответственно и дренажной способности столба шихты, а также позволяет изучить механизм разрушения крупного кокса, применяемого в литейном производстве.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Липницкий А.М.* Плавка чугуна и сплавов цветных металлов. Л.: Машиностроение, 1973. 192 с.
2. *Иванова В.А.* Систематизация свойств и параметров литейного кокса. Часть 2. Физические свойства / В.А. Иванова, Е.О. Побегалова // Черные металлы. 2019. № С. 33-37.
3. ГОСТ 3340-88 Кокс литейный каменноугольный. Технические условия. М.: Изд-во стандартов, 1989. 6 с.
4. ГОСТ 5953-93. Кокс с размером кусков 20 мм и более. Определение механической прочности. М.: ИПК Издательство стандартов, 1996. 12 с.
5. ГОСТ Р 54250-2010. Кокс. Определение реакционной способности кокса (CRI) и прочности кокса после реакции (CSR). М.: Стандартинформ, 2011. 13 с.
6. ГОСТ 32248-2013. Кокс каменноугольный с размером кусков 20 мм и более. Определение прочности после реакции с двуокисью углерода. М.: Стандартинформ, 2014. 9 с.
7. ГОСТ 8929-75. Кокс каменноугольный. Метод определения прочности. – М.: ИПК Издательство стандартов, 2002. 3 с.
8. ГОСТ 28946-91. Кокс каменноугольный. Метод определения прочности на сбрасывани. М.: Изд-во стандартов, 2004. 9 с.

РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ КАЛИБРОВКИ ТЕРМОМЕТРОВ СОПРОТИВЛЕНИЯ

В.Д. Шенбина, С.А. Соловьёва

Научный руководитель – **С.А. Соловьёва**, канд. хим. наук, доцент

Ярославский государственный технический университет

Рассматриваются понятие калибровка и её характеристики, содержание методики калибровки, понятие термометра сопротивления и принцип его работы, а также необходимость разработки методики калибровки на термометры сопротивления для ПАО «Славнефть-ЯНОС».

Ключевые слова: калибровка средств измерений, методика калибровки, термометры сопротивления.

DEVELOPMENT OF THE METHOD OF CALIBRATION OF RESISTANCE THERMOMETERS

V.D. Shenbina, S.A. Solovyeva

Scientific Supervisor – **S.A. Solovyeva**, Candidate of Chemical Sciences, Associate Professor

Yaroslavl State Technical University

The paper examines the concept of calibration and its characteristics, the contents of the calibration procedure, the concept of a resistance thermometer and the principle of its operation, as well as the need to develop a calibration method for resistance thermometers for PJSC “Slavneft-YANOS”.

Keywords: calibration of measuring instruments, calibration procedure, resistance thermometers.

Калибровка средств измерений – это совокупность операций, выполняемых в целях определения действительных значений средств измерений и их метрологических характеристик [1].

Калибровку средств измерений проводят специальные организации, которые имеют соответствующую аккредитацию.

Калибровка средств измерений – процедура добровольная. Она проводится по желанию и при условии, что средство измерения используется в сфере, не подлежащей государственному метрологическому контролю. В противном случае проводится поверка.

Калибровка средств измерений проводится только при установленных документально нормальных условиях, в отличие от поверки, которая может быть проведена при рабочих условиях.

Методика калибровки средств измерений – это документ, в котором изложена процедура калибровки.

Методика калибровки включает в себя [2]:

- 1) титульный лист;
- 2) идентификацию: наименование, номер, сведения о разработчике;
- 3) область распространения методики;
- 4) описание метрологических характеристик средств измерений, калибровка которых будет проводиться;
- 5) указание средств калибровки и вспомогательного оборудования для ее проведения;
- 6) указание условий окружающей среды при проведении калибровки;
- 7) описание процедуры калибровки.

По окончании процедуры калибровки организации (заказчику) выдается сертификат калибровки, в котором отражены результаты проведенной калибровки.

Чаще всего к калибровке средств измерений прибегают промышленные предприятия (различного масштаба). Так, например, ПАО «Славнефть-ЯНОС» потребовалась методика калибровки на группу однотипных термометров сопротивления, которая будет разработана мною в ходе написания выпускной квалификационной работы.

Термометр сопротивления – это средство измерения температуры, которое состоит из термочувствительных элементов сопротивления, помещенных в герметичный корпус с необходимыми для подключения к измерительному оборудованию внешними выводами, работа которого основывается на изменении электрического сопротивления проводника в зависимости от температуры исследуемого объекта.

Зависимость сопротивления проволоки от температуры в общем виде выглядит так:

$$R_t = R_0(1 + a_t), \quad (1)$$

где R_0 – сопротивление проволоки при 0°C ; R_t – сопротивление проволоки при t ($^\circ\text{C}$); a_t – температурный коэффициент сопротивления термочувствительного элемента.

На данный момент на ПАО «Славнефть-ЯНОС» контроль термометров сопротивления (далее ТС) осуществляется путем проведения их

поверки и калибровки. Непосредственную поверку нескольких десятков ТС проводит сторонняя организация, аккредитованная на проведение данной процедуры. Но оставшаяся часть ТС (4000 шт.) не нуждается в поверке, им достаточно калибровки, так как они не используются в сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений. И так как по закону допускается проведение калибровки по методике поверки, ПАО «Славнефть-ЯНОС» может осуществлять данную процедуру самостоятельно. Сама по себе процедура поверки намного сложнее, занимает больше времени и требует больших финансовых вложений, нежели процедура калибровки. В связи с чем ПАО «Славнефть-ЯНОС» нуждается в разработанной непосредственно для них общей методике калибровки на группу однотипных ТС, не подлежащих государственному регулированию.

Разработанная мною методика калибровки на группу однотипных термометров сопротивления для ПАО «Славнефть-ЯНОС» существенно упростит процедуру калибровки, снизит трудоемкость и затраты на контроль качества, а также приведет к увеличению производительности труда инженера-метролога.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Федеральный закон N 102 "Об обеспечении единства измерений" от 26.06.2008 (последняя редакция) [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_77904/.
2. ГОСТ Р 8.879-2014 Государственная система обеспечения единства измерений (ГСИ). Методики калибровки средств измерений. Общие требования к содержанию и изложению [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200118303>.

СЕКЦИЯ «МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И ТЕХНОЛОГИЯ МАТЕРИАЛОВ»

УДК 623-1/-8

АНАЛИЗ РАЦИОНАЛЬНОГО ВЫБОРА МАТЕРИАЛОВ И КОНСТРУКЦИИ ПОДШИПНИКОВ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ПРИБОРА НАВЕДЕНИЯ

М.В. Александров, В.А. Иванова

Научный руководитель – **В.А. Иванова**, д-р техн. наук,
доцент

Ярославский государственный технический университет

Рассматривается замена подшипников качения на подшипники скольжения в приборе наведения, входящего в состав противотанкового ракетного комплекса Метис.

Ключевые слова: прибор наведения, подшипники качения, подшипники скольжения.

ANALYSIS OF RATIONAL SELECTION OF MATERIALS AND DESIGN OF BEARINGS DURING PRODUCTION OF GUIDANCE DEVICE

M.V. Aleksandrov, V.A. Ivanova

Scientific Supervisor – **V.A. Ivanova**, Doctor of Technical
Sciences, Associate Professor

Yaroslavl State Technical University

The replacement of rolling bearings with sliding bearings in the guidance device included in the Metis anti-tank missile system is considered.

Keywords: guidance device, rolling bearings, sliding bearings.

Прибор наведения является составной частью противотанкового ракетного комплекса и предназначен для визуального обзора местности, выбора цели и дальнейшего отслеживания её движений оператором.

В конструкции прибора наведения используются подшипники качения марки 5-1840083. Это шариковые радиальные однорядные подшипники качения высокого класса точности, особо легкой серии, с упорным бортом на наружном кольце. Подшипники установлены в корпусе и сканирующей рамке [1].

Характеристики подшипников качения приведены в табл. 1.

Таблица 1. Параметры подшипников качения марки 5-1840083 [2]

Параметр	Значение/название
1. Номинальный диаметр отверстия внутреннего кольца (d), мм	3
2. Номинальный наружный диаметр наружного кольца (D), мм	7
3. Номинальный наружный диаметр упорного борта (D ₁), мм	8,1
4. Номинальная ширина наружного кольца (C), мм	2
5. Номинальная ширина внутреннего кольца (B), мм	2
6. Номинальная ширина упорного борта (C ₁), мм	0,5
7. Номинальная координата монтажной фаски (r), мм	0,2
8. Масса подшипника, кг	0,00038
9. Диаметр тела качения, мм	1
10. Количество тел качения	8
11. Статическая грузоподъемность (C ₀), Н	не менее 110
12. Динамическая грузоподъемность (C), Н	не менее 310
13. Материал тела качения	ШХ15

При работе прибора наведения у подшипников качения возникают следующие проблемы.

1. У подшипников качения имеется осевой люфт, т.е. смещение верхней и нижней обойм относительно друг друга, поэтому перед установкой подшипников его приходится замерять специальным приспособлением. После замеров у подшипников, установленных в рамке прибора наведения, люфт устраняется набором шайб, а у подшипников в корпусе - притиркой втулки.

2. В настоящее время производство прибора наведения единичное, средства на закупку подшипников строго нормированы (подшипники закупаются без запаса). В следствии ограниченного количества подшипников и из-за размерных допусков их наружных и внутренних диаметров стало проблематично подбирать подшипники так, чтобы они фиксировались на коленчатых валах и корпусе должным образом.

3. В качестве смазки для подшипников применяется масло специального назначения на синтетической или минеральной основе –МП-609.

При испытании прибора наведения происходило попадание смазки на линзы, что давало нечеткое изображение.

Для устранения этих недостатков предлагается замена подшипников качения на подшипники скольжения из металлофторопласта. Металлофторопласт – это материал с хорошей износостойкостью и свойствами сухого трения для разных скоростных режимов скольжения и температур. У подшипников скольжения отсутствует осевой люфт, а металлофторопласт способен работать без смазки. Структура металлофторопласта приведена на рис. 1.

На стальную заготовку, покрытую слоем меди и олова напекается пористая бронза. После спекания поры между бронзой заполняются антифрикционной пастой, состоящей из фторопласта-4 и наполнителя (фторида кальция - CaF_2 , дисульфид молибдена - MoS_2 и др.). Пропитка производится таким образом, чтобы антифрикционный материал, который заполняет пустоты бронзового слоя, несколько выступал за его пределы для образования прирабочного слоя толщиной 0,01-0,03 мм.

Стальная основа придает подшипнику скольжения прочность, пористая бронза способствует интенсивному отводу тепла от поверхности трения. Смазка осуществляется за счет имеющегося на поверхности пористой бронзы тонкого слоя фторопласта-4 с наполнителями. Если в процессе работы на каком-либо участке подшипника скольжения произойдет износ этого слоя, то фторопласт-4, имеющий более высокий коэффициент теплового расширения ($18 \cdot 10^{-5} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$) [3], выдавливается из пор и распределяется сопряженной деталью по изношенному участку. Таким образом нарушенный поверхностный слой восстанавливается.



Рис. 1. Структура металлофторопласта:

- 1 - стальная основа; 2 - слой меди и олова; 3 - пористая бронза;
- 4 - фторопласт с наполнителем (дисульфид молибдена - MoS_2)

Основные параметры металлофторопласта и их значения приведены в табл. 2.

Таблица 2. Основные характеристики металлофторопласта [3]

Характеристика	Значение
Максимально допустимая нагрузка статическая, Н/мм ²	250
Максимально допустимая нагрузка динамическая, Н/мм ²	140
Максимальная скорость скольжения сухой режим, м/с	2,5
Максимальная скорость скольжения со смазкой, м/с	5
Максимальная рабочая температура, °С	+260
Минимальная рабочая температура, °С	-269
Коэффициент трения со сталью сухой режим	0,04-0,08
Коэффициент трения со сталью со смазкой	0,02-0,06
Условия эксплуатации сухой режим	Отлично
Условия эксплуатации смазка маслом	Хорошо

В результате замены подшипников качения на подшипники скольжения снизится трудоемкость сборки прибора наведения, за счет отсутствия осевого люфта и облегчения выбора подшипников. Кроме того, использование в качестве подшипникового материала –металлофторопласта позволит отказаться от смазки.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Пусковое устройство 9П151. Техническое описание. 2006. 90 с.
2. ГОСТ 10058-90 Подшипники радиальные шариковые однорядные для приборов. Технические условия. М.: Издательство стандартов, 1995. С. 26.
3. ГОСТ 10007-80 Фторопласт-4. Технические условия (с Изменениями № 1, 2). М.: Стандартиформ, 2008. С. 17.

АНАЛИЗ МАТЕРИАЛОВ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ СРЕДСТВ ИНДИВИДУАЛЬНОЙ ЗАЩИТЫ ОТ ПАДЕНИЯ С ВЫСОТЫ

А.А. Аминова, Е.А. Кошутина, Е.П. Кондратьева

Научный руководитель – **Е.П. Кондратьева**, старший
преподаватель

Ярославский государственный технический университет

Проведен обзор материалов, из которых изготавливаются средства индивидуальной защиты от падения с высоты. Проанализированы свойства этих материалов, такие как: физические, механические и эксплуатационные. Указаны наиболее надежные материалы, позволяющие обеспечить требуемую безопасность.

***Ключевые слова:** средства индивидуальной защиты от падения с высоты, полимерные материалы, лавсан, капрон.*

ANALYSIS OF MATERIALS, USED FOR MANUFACTURE OF MEANS OF INDIVIDUAL PROTECTION FROM ALTITUDE

A.A. Amineva, E.A. Koshutina, E.P. Kondratyeva

Scientific Supervisor - **E.P. Kondratyeva**, Senior Lecturer

Yaroslavl State Technical University

A review of the materials, from which personal protective equipment against falling from a height is made. The properties of these materials, such as physical, mechanical and operational, are analyzed. The most reliable materials are indicated to ensure the required safety.

***Keywords:** personal protective equipment against falling from a height, polymeric materials, lavsan, kapron.*

Проблема травматизма при осуществлении высотных работ связана с риском падения с высоты. Поэтому данные виды работ должны выполняться с использованием средств индивидуальной защиты (СИЗ) от падения с высоты, согласно правилам по охране труда [1].

Требования безопасности к таким изделиям описаны в ТР ТС 019-2011. Для того чтобы обеспечить выполнение заданных требований (к динамическим и статическим нагрузкам), необходим выбор материала, из которого будет изготовлено СИЗ от падения с высоты [2].

Анализ рынка показал, что для производства СИЗ от падения с высоты используются материалы из полиамидного и полиэфирного волокна. Рассмотрим более подробно, почему для производства этих изделий выбрана группа полимерных материалов.

Структура полимеров, определяется двумя факторами:

- строением макромолекул;
- характером взаимной упаковки в конденсированном состоянии (рис. 1).

Особенностью макромолекулы является гибкость, этот показатель влияет на свойства полимерного материала, который связан с большими деформациями. Гибкость макромолекул обеспечивает определенную надмолекулярную структуру. Формирование надмолекулярной структуры сопровождается образованием структурной микрогетерогенности. В кристаллах полимера укладка макромолекул компактная, поэтому плотность кристаллической фазы выше плотности межкристаллитных зон, заполненных неупорядоченными макромолекулами, и выше плотности аморфной фазы. Плотность полимера в межкристаллической зоне ниже, чем у кристалла, поэтому под действием внешнего механического нагружения материал там разрушается в первую очередь. То есть структурная гетерогенность снижает прочностные характеристики полимеров [3]. Поэтому наличие надмолекулярных структур в аморфных и кристаллических полимерах оказывает существенное влияние на релаксационные и прочностные свойства полимеров (табл. 1) [4].

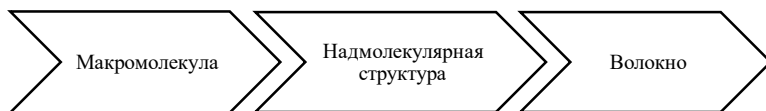


Рис. 1. Этапы формирования полимерного материала

Цепное строение макромолекул и наличие флуктуационной сетки обуславливают наиболее фундаментальную особенность механического поведения полимеров – вязкоэластичность. При приложении к полимеру внешней деформирующей силы деформация развивается в зависимости от времени действия этой силы. При длительном действии силы в полимере накапливается необратимая деформация (рис. 2).

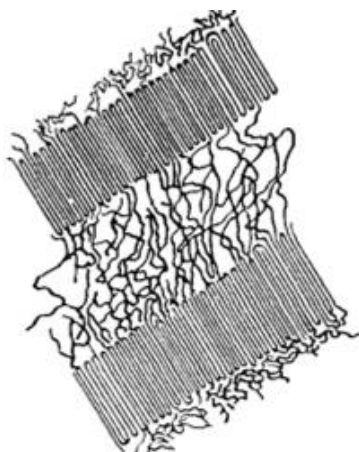


Рис. 2. Перестройка структуры кристаллического полимера в процессе деформации

Полимеры способны к большим обратимым деформациям. Поэтому важно знать время достижения полимером равновесного состояния. Переход любой системы из неравновесного состояния в равновесное называется релаксацией. Весь комплекс механических свойств полимера определяется соотношением между временем релаксации и временем действия силы [5].

Для производства СИЗ от падения с высоты, в качестве полимерных материалов применяют синтетические технические ленты (ЛТК – ленты технические капроновые; ЛТЛ - ленты технические лавсановые). Они характеризуются высокой износостойкостью, прочностью, устойчивостью к растяжению.

В работе систематизированы параметры относительно групп свойств (табл. 1).

Таблица 1. Свойства технических лент (капрон, лавсан)

Название технической ленты	Физические свойства		Механические свойства		Эксплуатационные свойства		
	параметры						
	Плотность, г/см ²	Линейная плотность, текс	Относительная разрывная нагрузка, мН/текс	Удлинение при разрыве, %	Выносливость при многократном изгибе, тыс.циклов	Стойкость к истиранию, тыс.циклов	Теплостойкость, °С
Капроновая (ЛТК)	1,14	480-400	304-343	45-60	21-30	24,3	100-110
Лавсановая (ЛТЛ)	1,38	720,600, 420,170	340-410	36-42	21-30	63	160-170

Анализ материалов используемых для изготовления СИЗ от падения с высоты показал что, лавсановая техническая лента (ЛТЛ) имеет более высокие физические и эксплуатационные свойства табл.1. Однако капроновая техническая лента (ЛТК) обладает наибольшим показателем (параметром) удлинения при разрыве, что обеспечивает снижение динамической и статической нагрузки, а соответственно выполнение требований ТР ТС 019/2011.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. НД №155н. Правила по охране труда при работе на высоте. Утв.19.06.2012.
2. ТР ТС 019/2011. Технический регламент таможенный союз 019/2011. О безопасности средств индивидуальной защиты. Утв. 09.12.2011. № 878.
3. Кулезнев В.Н. Химия и физика полимеров: учебник для хим.-технол. вузов / В.Н. Кулезнев, В.А. Шершнев. М.: Высш. шк., 1988. 312 с.
4. Керимов С.Г. Производство технических тканей / С.Г. Керимов, Л.Н. Попов. М.: Легпромбытиздат,1994. 240 с.
5. Шур А.М. Высокомолекулярные соединения. 3-е изд., перераб. и доп. М.: Высш. шк., 1981. 656 с.

УДК 666.3-182

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ СОЗДАНИЯ КОЛЛЕКЦИИ КЕРАМИЧЕСКИХ НАГРАДНЫХ КУБКОВ

В.А. Бокарева, Е.А. Ленивцева, Н.В. Филатова

Научный руководитель – **Н.В. Филатова**, канд. хим. наук, доцент

Ивановский государственный химико-технический университет

Рассматриваются особенности лимитированной керамической коллекции новых поощрительных призов для спорта.

***Ключевые слова:** Лимитированная коллекция, технология изготовления, масса, ангоб, подглазурная краска, глазурирование.*

TECHNOLOGICAL CREATION FEATURES OF A COLLECTION OF CERAMIC AWARD CUP

V.A. Bokareva, E.A. Lenivtseva, N.V. Filatova

Scientific Supervisor - **N.V. Filatova**, Candidate of Chemical Sciences,
Associate Professor

Ivanovo State University of Chemistry and Technology

The features of the limited ceramic collection of new incentive prizes for sports are considered.

***Keywords:** Limited collection, manufacturing technology, mass, angob, under-glaze paint, glazing.*

В последнее время наблюдаются значительные изменения в технологии и материаловедении керамики. Вместо ориентации на массовое производство художник-керамист призван создавать уникальные художественные изделия или лимитированную сувенирную продукцию для удовлетворения потребностей определенной социальной группы. Смещение приоритетов в технологии изготовления с массовых видов изделий на единичные эксклюзивные произведения, требует в некоторых случаях существенных изменений существующих технологий, привнесений в них значительной доли ручного труда.

Знание традиционных и современных технологий позволяют создавать определенные художественные эффекты не только в области декори-

рования в керамики, а также в области формообразования. Создавая изделие в единичном экземпляре или небольшой серией, проект имеет индивидуальный характер.

Лучшие из лучших во все времена удостоивались наград. Наградные кубки и медали, почетные вымпелы, переходящие знамена, знаки и значки. Современные награды продолжают традиции. Чаще всего используются классические формы кубков: симметричные, с чашей на ножке, закрепленной на постаменте, кубки с крышкой или без крышки, со статуэтками спортсменов.

В данной статье рассматривается коллекция новых поощрительных памятных призов для победителей в соревнованиях по роллер спорту. Ставилась задача изготовления лимитированной коллекции наградных кубков, внешний вид которых крайне отличался бы от традиционных форм и при этом полностью совпадал не только с внешним видом роликового конька, но и соотносился с ним по размеру (рис. 1).



Рис. 1. Керамические наградные кубки «роллер спорт»

Размер каждого кубка 27х30см, по готовой модели роликового конька изготавливались разъемные гипсовые формы. Форма состояла из 3-х частей. Изделия выполнены шликерным литьем сливным методом. Процесс литья основан на способности пористой формы всасывать в себя воду из жидкой керамической массы с образованием на внутренней поверхности формы более плотного слоя массы толщиной до 2–10 мм. Толщина слоя отливки зависит от времени набора слоя и свойств литейного шликера (влажности, пластичности и гранулометрического состава) и тем самым позволяет определять вес будущего изделия и его прочность.

Для создания эксклюзивной ручной росписи ангобом по кубку пигмент смешивали с литейным шликером, соблюдая необходимые пропорции [1]. Нужные оттенки подбирали опытным путём, меняя пропорции

шликера и пигмента. За основу росписи кубков приняты особенности архитектуры Англии, Франции и России. Выбор этих мотивов обуславливается тем, что первая запись об использовании роликовых коньков была задокументирована именно в Англии, в Лондоне. Первый патент на роликовые коньки был получен во Франции. Ещё один кубок в коллекции выполнен в неорусском стиле (рис. 2).

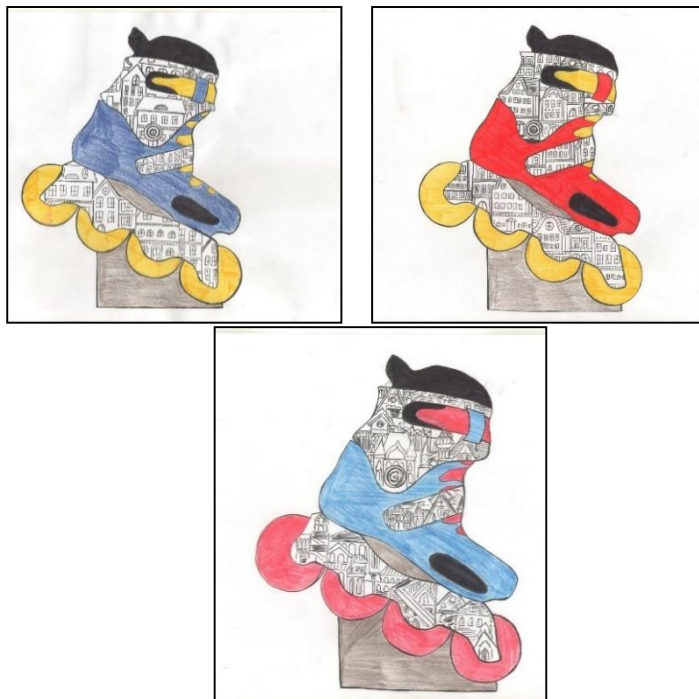


Рис. 2. Эскизы росписи роликовых коньков

Использование подглазурной росписи ангобом позволяет защищать будущую роспись от механических воздействий, т.к. в дальнейшем она будет защищена слоем глазури.

Эффект от применяемых красителей может быть разным и зачастую он зависит от типа и качества обработки керамических поверхностей. Если наносить краску на сырую глину, рисунок выйдет мягким, немного расплывчатым (это касается и цветовой гаммы, и прорисовки контуров). Если роспись делается по сухой глазури или утлю, изображения получаются яркими и четкими. Готовые оттенки зависят также от технологичности самого режима обжига. В данном случае в действие вступает реакция изменения цветов в ходе окислительных и восстановительных процессов.

Задекорированное изделие подвергали глазурованию. Глазури многокомпонентны и поэтому не имеют определённой температуры плавления. При поливом обжиге они постепенно размягчаются и затем разливаются (растекаются) по поверхности изделия. Температурный интервал разлива глазури должен находиться в пределах интервала спекания черепка изделия. Температура спекания глазури для полуфарфора 1200—1250°С. Химический состав тугоплавких высокожгущихся глазурей, которые, как правило, наносятся на изделия в сыром виде, т.е. без предварительного сплавления (фриттования), обогащен кремнезёмом и глинозёмом за счёт щёлочноземельных оксидов. В состав таких глазурей входят кварц, каолин, глина, природные карбонаты двухвалентных металлов (доломит, мрамор и др.) [1]. В большинстве глазурей содержится полевой шпат. Для глазурования можно применять как метод окунания, полива, так и пульверизацию. Последний способ более предпочтителен, т.к. он позволяет нанести глазурь труднодоступные места и не нарушить целостность выполненного рисунка.

Лимитированные керамические коллекции отличаются от массового производства, имеющего технологические карты, индивидуальным подходом к изделию. Это приводит увеличению времени работы над каждой технологической операцией. В основном изделия имеют сложную форму, специализированный рисунок с несколькими этапами нанесения и соответствующими дополнительными обжигами.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Миклашевский А.И.* Технология художественной керамики / А.И. Миклашевский. Ленинград: Издательство литературы по строительству, 1971. 302 с.
2. *Козловская Г.П.* Технология производства санитарно-строительных изделий: учеб. пособие / Г.П. Козловская, Н.В. Филатова, М.Ф. Бутман; Иван. гос. хим.-технол. ун-т. Иваново, 2017. 200 с.

ПОДГОТОВКА КЕРАМИЧЕСКОЙ МАССЫ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ХУДОЖЕСТВЕННОГО ПАННО

Ю.С. Бугрова, Н.В. Филатова, Е.А. Ленивцева

Научный руководитель – **Н.В. Филатова**, канд. хим. наук, доцент

Ивановский государственный химико-технический университет

Рассматривается подготовка керамической массы для изготовления художественного изделия из полуфарфора.

Ключевые слова: полуфарфор, шликер, разжижитель.

PREPARATION OF CERAMIC MASS FOR THE PRODUCTION OF ART PANEL

Yu.S. Bugrova, N.V. Filatova, E.A. Lenivtseva

Scientific Supervisor – **N.V. Filatova**, Candidate of Chemical Sciences,
Associate Professor

Ivanovo State University of Chemistry and Technology

The preparation of ceramic mass for the manufacture of art products from semi-porcelain is studied.

Keywords: semi-porcelain, slip, thinner.

Современную керамику можно отнести к самостоятельному виду искусства. Сейчас керамика дает мастерам большое поле для творчества и все из-за своей пластичности, возможности принимать разные формы. К числу основных видов керамики относятся фарфор, шамот, фаянс, майолика, каменная масса, терракота. Основой для производства таких материалов выступает глина, но для получения определенного вида керамики требуется особая технология обработки керамических масс. Вид керамики определяется типом глины, способом обжига т.д.

Керамическое панно – это керамическая вставка, представляющая собой законченный художественный сюжет. Панно может быть разного размера, монолитным по структуре (состоять из одной плитки большого размера) или составленным из нескольких плиток. Керамическое панно

обладает широкими возможностями оригинального декорирования помещений любого назначения.

Керамика – это неорганические поликристаллические материалы, получаемые спеканием природных глин и их смесей с минеральными добавками. Среди керамических материалов наибольшей химической коррозионной стойкостью обладает тонкая керамика, включающая фарфор, полуфарфор и фаянс, отличающиеся плотностью и низкой пористостью. Водопоглощение фарфора варьируется от 0,2 до 0,5 %, полуфарфора – не более 5% и неглазурованного фаянса – до 12%.

Сырьевыми материалами для изготовления тонкой керамики являются пластичные огнеупорные беложгущиеся глины и каолины, плавни и отощающие добавки – полевой шпат, пегматит, кварцевый песок.

Изделия из полуфарфора, изготавливаемые вручную, обладают особой художественной выразительностью и идеально подходят для реализации эксклюзивных дизайнерских проектов (рис. 1).

Изготовление гипсовых форм для формования керамического панно это длительный и многооперационный процесс.



Рис. 1. Объемный эскиз панно «Локи и Сигюн» для гипсовой формы

С учетом усадки керамического материала после обжига, гипсовые формы следует делать больше по размерам. Для изделия со стороной 35см изготавливали форму 40 см.

Для изготовления гипсовых форм выбрали формовочный гипс Г-6, который широко применяется для изготовления гипсовых форм в производстве фарфорофаянсовых изделий при технологии традиционного литья.

Для изготовления керамического панно была выбрана полуфарфоровая масса для литья (ПФЛ-1), предназначенный для изготовления полуфарфоровых изделий методом шликерного литья в гипсовые формы. Масса представляет собой порошкообразный продукт. Данный материал имеет высокую прочность после обжига, черепок после обжига не просвечивает. Изделия, полученные из этой массы, имеют высокую химическую

и термическую устойчивость. Характерной особенностью этого материала является высокая степень пластичности, а также хорошие формующие керамические свойства. После политого обжига черепок полуфарфорового изделия имеет практически идеальный белый цвет.

Продукт обладает отличными реологическими свойствами, стабильным качеством (низкая загустеваемость, быстрая скорость наборки отливки, высокая текучесть шликера при незначительном содержании дефлокулянта, быстрая подвялка отливки в форме).

Таблица 1. Химический состав ПФЛ-1, %

SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	CaO	MgO	K ₂ O	Na ₂ O	ППП
67,0	21,8	0,47	0,5	0,45	0,3	1,7	0,9	6,8

Для получения глинистых шликеров используют сухие молотые глины с размером частиц не более 0,5 мм и растворы электролитов (Na₂CO₃, Na₂SiO₃). В качестве электролитов используются различные вещества, которые легко диссоциируют в воде: Na₂CO₃, Na₄P₂O₇, Na₂SiO₃, NaOH, (NH₄)₂C₂O₄ и др. Разжижаемость – это главное значение для литейных свойств глин и каолинов образовывать при добавлении воды подвижные устойчивые суспензии. Для разжижения расчет количество воды, определяется минералогическим составом глин и регулируется добавлением электролитов в массу. Разжижение шликеров при обогащении каолинов позволяет интенсифицировать процесс, снизить расход воды, в достаточной степени выделить механические примеси из первичного каолина. При формовании керамических изделий литьем глинистых шликеров в гипсовые формы разжижение ускоряет процесс формования, увеличивает оборачиваемость гипсовых форм, устраняет расслоение массы [1].

Для повышения подвижности текучести и литейные свойства шликера при пониженной влажности применяют электролиты. Разжижители освобождают значительное количество диффузной воды, и переводит ее в свободную воду. Уникальной способностью растворимого стекла (Na₂SiO₃·H₂O) является разжижение, свойство обусловлено еще и образованием коллоидной кремнекислоты вследствие гидролитического распада ее в воде. Коллоидная кремнекислота адсорбируется поверхностью глинистых частиц, а высвобождающаяся при этом действию значительная часть воды разжижает керамический шликер. Электролиты только эффективны при малых концентрациях (0,05 – 0,3% от массы глины).

Керамические изделия обычно подвергают, как правило, двукратному обжигу - утильному (до нанесения глазури) и политому (после нанесения глазури). При росписи цветными глазурями утильный обжиг проводят при температуре 1120°C, а политый - 960°C [2].

В качестве цветных глазурей выбраны майоликовые глазури Дулевского красочного завода.

Таблица 2. Чистые используемые глазури, их свойства и кодировка

Образец	Температура обжига	Характеристика	Цвет	Код
	950 °С	Свинцоводержащая, кислотостойкая	Коричневая	3031
	950 °С	Свинцоводержащая неокислотостойкая	Зеленая	3103
	950 °С	Свинцоводержащая, кислотостойкая	Синий	3101
	950 °С	Свинцоводержащая неокислотостойкая	Темно-желтая	3002
	950 °С	Свинцоводержащая неокислотостойкая	Малиновая	3120

Майоликовые глазури – это очень текучие, легкоплавкие глазури, свинцоводержащие или бессвинцовые порошкообразные смеси керамических пигментов с легкоплавкими стеклами (фриттами).

Применяемая плотность глазурной суспензии (шликера) входит в интервал 1,32 - 1,38 г/см³. Плотность глазури зависит от степени пористости (водопоглощения) керамического черепка и желаемой толщины слоя нанесения глазури на изделия. Оптимальная пористость утильного черепка должна входить в интервал от 8 до 12 % [1].

Обжиг изделия осуществляется при температуре, рекомендованной для данной глазури, в нашем случае 950 °С, при подъеме температуры от 1 до 1,5 часов для полуфарфоровых изделий, с периодом выдержки при максимальной температуре 15 минут. Обжиг следует проводить в нейтральной или окислительной среде.

Керамические материалы, как бы ни различались они по составу сырья, по конечному химическому составу и свойствам изделий, объединяет технология, определяющая последовательность операций.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Миклашевский А.И. Технология художественной керамики / А.И. Миклашевский. Ленинград: Издательство литературы по строительству, 1971. 302 с.
2. Долорос Р. Керамика: Техника. Приемы. Изделия. М.: АСТ-ПРЕСС КНИГА, 2010. 144 с.

**ТЕРМИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА СИЛУМИНОВ,
МОДИФИЦИРОВАННЫХ НАНОУГЛЕРОДОМ
И ШУНГИТОМ**

К.О. Васильева, Ю.В. Чибирнова

Научный руководитель – **Ю.В. Чибирнова**, канд. техн. наук,
доцент

Рыбинский государственный авиационный технический университет
имени П.А. Соловьёва

Приведены результаты исследования влияния термической обработки на структуру литейных силуминов, модифицированных нанокуглеродом и шунгитом.

***Ключевые слова:** алюминиевые сплавы, нанокуглерод, шунгит, модифицирование, термическая обработка.*

**HEAT TREATMENT OF ALUMINUM AND SILICON
ALLOYS MODIFIED BY NONOCROBON
AND SHUNGITE**

K.O. Vasileva, Yu.V. Chibirnova

Scientific Supervisor – **Yu.V. Chibirnova**, Candidate
of Technical Sciences, Associate Professor

P.A. Solovyev Solovyov Rybinsk State Aviation Technical University

The results of influence of heat treatment on the aluminum alloys structure modified with nanocarbon and shungite are presented.

***Keywords:** aluminum alloys, nanocarbon, shungite, modification, heat treatment.*

Алюминиевые сплавы обладают рядом преимуществ, которые позволяют использовать их в различных отраслях промышленности. Среди алюминиевых сплавов наибольший интерес представляют эвтектические и заэвтектические, в том числе, сложно легированные силумины, используемые для изготовления мало- и средненагруженных деталей двигателей внутреннего сгорания, в частности, поршней. В процессе работы поршня

сплавы подвергаются циклическому воздействию температуры и давления. Дальнейшее развитие техники требует увеличение эксплуатационных характеристик сплавов.

Наиболее распространенными способами повышения эксплуатационных характеристик литейных алюминиевых сплавов являются модифицирование и термическая обработка.

Исследования выполнены на кафедре материаловедения, литья и сварки РГАТУ им. П.А. Соловьева, по модифицированию алюминий-кремниевых сплавов нанокремнеземом и шунгитом показали эффективность их использования в качестве универсальных модификаторов. Они обеспечивают эффект модифицирования как на эвтектику, так и на первичный кремний, что повышает свойства сплава. Однако тепловое воздействие на модифицированную структуру, например, при последующей термической обработке может вызвать снижение эффекта модифицирования и структурную нестабильность. Кроме того, в настоящее время сплавы этой группы в основном получают из вторичных материалов, что также может негативно сказываться на его структурной стабильности.

Таким образом, представляет интерес изучение влияния термической обработки на структуру и свойства алюминий-кремниевых сплавов, модифицированных нанокремнеземом и шунгитом.

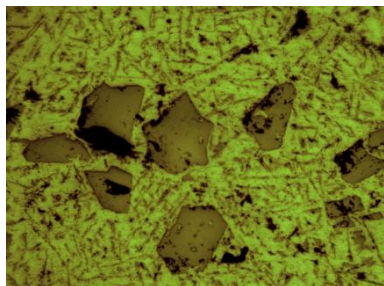
На первом этапе было выполнено исследование влияния типового режима термической обработки на стабильность эффекта модифицирования нанокремнеземом и шунгитом. В качестве исследуемых сплавов были выбраны АК18 и АК21М2,5Н2,5. Изготовление образцов для термообработки включало плавку алюминиевых сплавов в электрической печи сопротивления в шамотно-графитовом тигле, модифицирование нанокремнеземом и шунгитом, заливка модифицированного расплава в песчаные формы.

Термическая обработка состояла из закалки и старения. Закалку проводили при интенсивном нагреве до температуры 450 °С, с последующим интенсивным охлаждением в воде при температуре 90-100 °С. Старение проводили при температуре 190 °С в течение 15 часов.

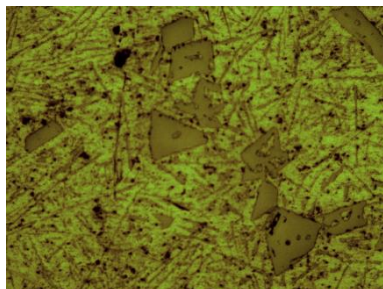
Для проведения металлографического анализа изготавливались шлифы с помощью шлифовально-полировочного станка «Полилаб П12М». Для определения микроструктуры использовали реагент следующего состава: соляная кислота 5 мл; этиловый спирт 100 мл. Травление происходило с погружением в реактив, исследуемых образцов в течение 40 секунд, с последующим промыванием в дистиллированной воде.

Металлографические исследования проводились с помощью микроскопа марки Метам ЛВ-41. Визуальный контроль осуществлялся с помощью компьютера, настройка фокуса производилась с помощью микро-

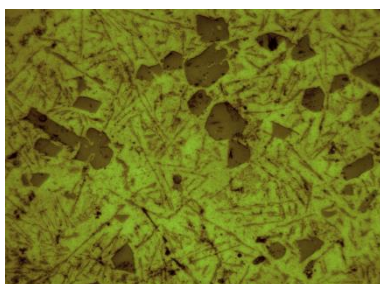
скопа, окулярная линейка имела шкалу 0,01 мм. Фотосъемку микроструктуры снимали с помощью цифровой окулярной камеры для микроскопа модели DCM510 (USB 2.0). Размер зерен был рассчитан с помощью программы ScopePhoto.



а)

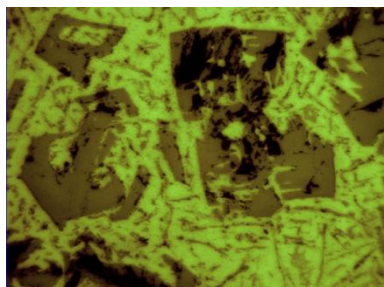


б)

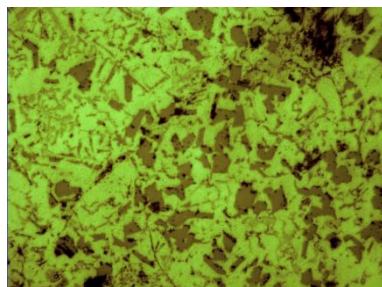


в)

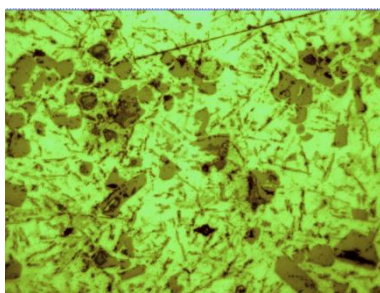
Рис. 2. Микроструктура АК18 х200:
а) немодифицированный,
б) модифицированный нанотрубами;
в) модифицированный шунгитом



а)



б)



в)

Рис. 3. Микроструктура АК21М2,5Н2,5 x200:

- а) немодифицированный,
- б) модифицированный нанотрубами;
- в) модифицированный шунгитом

Таким образом, термическая обработка не снижает эффективность модифицирования нанотрубами и шунгитом. Это показывает их перспективность дальнейшего использования в качестве модификаторов эвтектических и заэвтектических силуминов. Однако нанотрубки могут изменять растворимость легирующих элементов, поэтому необходимо выбрать оптимальный режим термической обработки сплавов, модифицированных нанотрубами и шунгитом.

ВЫБОР ОПТИМАЛЬНОГО РЕЖИМА ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ УРОВНЯ МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ СТАЛИ 14X17H2

А.А. Воробьева, Т.Д. Стоянова

Научный руководитель – **Т.Д. Стоянова**, старший преподаватель

Ярославский государственный технический университет

Рассматривается выбор оптимального режима термической обработки для повышения уровня механических свойств стали 14X17H2

Ключевые слова: сталь, режим термической обработки, ферритообразующие, аустенитообразующие.

THE CHOICE OF THE OPTIMAL HEAT TREATMENT MODE TO INCREASE THE LEVEL OF MECHANICAL PROPERTIES OF STEEL 14CR17NI2

A.A. Vorobyova, T.D. Stoyanova

Scientific Supervisor - **T.D. Stoyanova**, Senior Lecturer

Yaroslavl State Technical University

The choice of the optimal heat treatment mode for increasing the level of mechanical properties of steel 14Cr17Ni2 is considered

Keywords: steel, heat treatment mode, ferrite-forming, austenite-forming.

Предприятие ЗАО «Регулятор» специализируется на проектировании и производстве запорно-регулирующей и предохранительной трубопроводной арматуры. Часть изделий изготавливается из стали 14X17H2, которая является коррозионностойкой, жаропрочной. Химический состав представлен в табл. 1.

Таблица 1. Химический состав стали 14X17H2

Массовая доля элементов, %						
C	Si	Mn	Cr	Ni	S	P
					Не более	
0,11 - 0,17	Не более 0,8	Не более 0,8	16,0-18,0	1,5 - 2,5	0,025	0,030

На предприятии возникла проблема, выражающаяся в нестабильности эксплуатационных свойств после процесса термической обработки данной стали, а конкретно, в твердости, ударной вязкости и предел текучести σ_T . Технические требования на детали из стали марки 14X17H2: твердость 29-33 HRC, 35–39 HRC, предел текучести σ_T не менее 540 МПа, KCU(-60) не менее 24 Дж/см².1

Сталь 14X17H2 относится к мартенситно-ферритному классу. Структура хромоникелевых сталей определяется соотношением эквивалентного содержания ферритообразующих (Cr, Si, Mo, Ti, Al, Nb, W, V) и аустенитообразующих (Ni, Co, C, N, Cu, Mn, B) элементов. Диаграмма Шеффлера для стали 14X17H2, представленная на рисунке 1, позволяет ориентировочно определить структурное состояние стали и установить количество ферритной и аустенитной фаз. В зависимости от содержания феррито- и аустенитообразующих элементов, структура представляет собой М+Ф+Ауст. Расчетные точки никелевых и хромовых эквивалентов отмечены на диаграмме (рис. 1). В структуре может содержаться различное количество δ -феррита и количество остаточного аустенита (рис. 1). Именно количество δ -феррита и остаточного аустенита влияет на окончательные эксплуатационные свойства: твердость, ударная вязкость и σ_T . При нагреве до высоких температур (при температуре аустенизации) происходит неполное превращение феррита в аустенит. При данной температуре фазовый состав в стали А+Ф (рис. 2). При охлаждении аустенит превращается в мартенсит, а феррит остается. Структура после охлаждения представляет из себя М+Ф+Ауст.

Согласно [4], наибольшая ударная вязкость после термической обработки (закалка и отпуск) имеет место у стали, не содержащей δ -феррита; ниже у сталей, содержащих δ -феррита более 40 %, наименьшая у сталей, содержащих δ -феррит в пределах 10–20 %. Следует отметить, что для повышения ударной вязкости стали, повышение температуры закалки с коррекцией режимов отпуска рекомендовано и в работе [4].

На предприятии «Регулятор» имея проблему со сталью 14X17H2, используют следующий режим термической обработки: - закалка 1010 °С; отпуск определяется по таблице 2, в зависимости от полученной после закалки твердости.

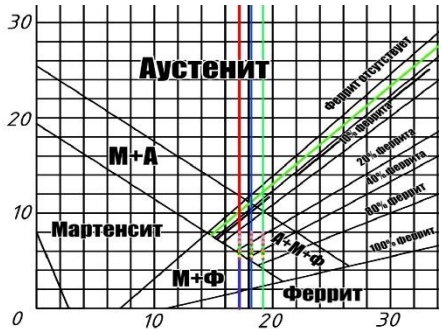


Рис. 1. Диаграмма Шеффлера для стали 14X17H2

Таблица 2. Зависимость режимов термообработки от заданной твердости заготовок

Количество углерода в плавке материала заготовки, %	Закалка	Твердость после закалки, HRC	Отпуск		
			Температура отпуска на твердость, °C		
			HRC 21-28	HRC 27-34	HRC 35-40
0,12-0,14	1010 °C	Не ниже 35	520-580	200-300	-
0,14-0,17		Не ниже 40	600-670	520-580	200-300
		Не ниже 45	650-700	570-620	300-400

Тем не менее проблема остается.

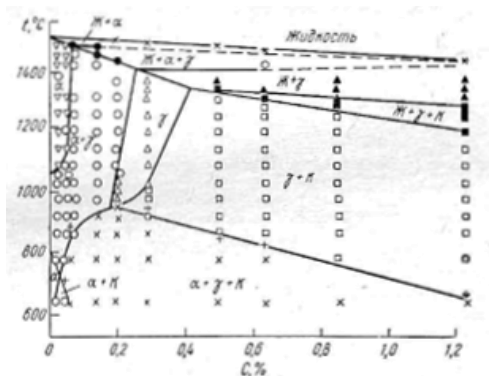


Рис. 2. Псевдобинарная диаграмма состояния системы X16H2

По данным Химушина Ф.Ф. [1], для получения более однородной структуры и более высокой твердости (355-400 НВ) сталь 14X17H2 при закалке следует нагреть до 1020-1060 °С с охлаждением в масле или на воздухе; температура отпуска должна быть в пределах 250-400 °С.

Исследование проводилось на пяти садках по двум режимам:

Режим 1: предлагаемый ГОСТ 5949-75 (закалка с температуры 1000 °С, охлаждение в масле, отпуск при температуре 275-350 °С);

Предлагаемый нами режим:

Режим 2: закалка температура нагрева 1040 °С, охлаждение в масле; температура отпуска 580-600 °С, охлаждение в масле.

Таблица 3. Результаты исследований

№ садки	Направление вырезки	Режим термической обработки 1			Режим термической обработки 2		
		$\sigma_{\text{т}}$, МПа	KCU ₍₆₀₎ , Дж/см ²	Твердость, HRC	$\sigma_{\text{т}}$, МПа (кгс/мм ²)	KCU ₍₆₀₎ , Дж/см ²	Твердость, HRC
1	продольный	70	10	42	642(64)	30	39
2	продольный	70	10	41	635 (63)	33	38
3	продольный	71	8	41	635 (63)	35	38
4	продольный	73	7	40	600 (60)	32	35
5	продольный	75	5	39	657 (55)	32	37

Вывод:

Исследования показали: предлагаемый нами режим, дает стабильные результаты полученных механических свойств, соответствующие техническим требованиям, предъявляемым к деталям из стали марки 14X17H2.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Химушин Ф.Ф.* Нержавеющие стали. Издание второе, переработанное и дополненное. М.: Металлургия, 1967. 800с.
2. *Ульянин Е.А.* Коррозионные стали и сплавы: справочник. М.: Металлургия, 1980. 208 с.
3. ГОСТ 5949-75 Сталь сортовая и калиброванная коррозионно-стойкая, жаростойкая и жаропрочная. Технические условия. М.: Издательство стандартов, 2004. 24 с.
4. Пат. 2508410 Российская Федерация, МПК C21D6/02, C21D9/30. Способ термической обработки деформируемой коррозионно-стойкой стали 17X17H2 / Васильев В.А., Малов В.С.; заявитель и патентообладатель Нижегородский гос. техн. университет. № 2012150226/02; заявл. 23.11.12; опубл. 27.02.14. Бюл. № 6. 5 с.

О ВЫБОРЕ МАТЕРИАЛА ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ВТУЛКИ ТЕРМОКОМПЕНСАТОРА

А.С. Кокоркин, В.А. Иванова

Научный руководитель – **В.А. Иванова**, д-р техн. наук,
доцент

Ярославский государственный технический университет

В работе рассматривается возможность использования железо-никелевого сплава марки 36Н для изготовления втулки термокомпенсатора. Данный материал обладает чрезвычайно малым коэффициентом теплового расширения, поэтому более устойчив при изменении температур окружающей среды.

Ключевые слова: втулка термокомпенсатора, термический коэффициент линейного расширения, инвары, аномальные физические свойства.

ABOUT CHOICE OF MATERIAL FOR MANUFACTURING THE THERMAL COMPENSATOR BUSHES

A.S. Kokorkin, V.A. Ivanova

Scientific Supervisor - **V.A. Ivanova**, Doctor of Technical
Sciences, Associate professor

Yaroslavl State Technical University

The possibility of using an iron-nickel alloy of grade 36H for the manufacture of a sleeve of a temperature compensator is being considered. This material has an extremely low coefficient of thermal expansion, therefore it is more stable when the ambient temperature changes.

Keywords: thermocompensator sleeve, thermal coefficient of linear expansion, inventory, abnormal physical properties.

Условия работы военной техники в широком температурном диапазоне (от -50 до 50 °С) диктуют жесткие требования к выбору материалов для изготовления оптических устройств построения изображений.

В ходе работы была поставлена задача усовершенствовать термокомпенсатор, установленный в командирском комбинированном прицельно-наблюдательном комплексе ПНК-4С, главным элементом которого является прицел тепловизионного комбинированного наблюдения

ТКН-4С «Агат». Основная цель – устранить расфокусировку оптического прибора и разрушение электронно-оптического преобразователя при работе в диапазоне температур от -50 до +50 °С.

В настоящее время втулка термокомпенсатора комплекса ПКН-4С изготавливается из алюминиевого сплава марки Д16. Д16 – деформируемый алюминиевый сплав повышенной прочности системы Al–Cu–Mg с легирующими добавками меди и магния (табл. 1, 2).

Таблица 1. Химический состав алюминиевого сплава марки Д16 [3]

В процентах

Si	Fe	Cu	Mn	Mg	Cr	Zn	Ti	Другие элементы: Титан, цирконий
0,50	0,50	3,8- 4,9	0,30- 0,9	1,2- 1,8	0,10	0,25	0,15	0,20

Таблица 2. Технические характеристики алюминиевого сплава марки Д16 [2]

Наименование параметра	Значение параметра
Удельная теплоемкость, Дж/кгК	0,92
Коэффициент теплопроводности, Вт/мК	130
Твердость НВ, МПа	42
Относительное удлинение при разрыве, %	10
Плотность, кг/м ³	2800
Коэффициент линейного расширения, К ⁻¹	22·10 ⁻⁶

Алюминиевый сплав марки Д16 применяется для производства ответственных механизмов и устройств, работающих в тяжелых условиях [2].

При применении алюминиевого сплава марки Д16 в рассматриваемом приборе втулка при изменении температуры окружающей среды испытывала значительные изменения линейных размеров, что приводило: к расфокусировке прибора, к разрушению электронно-оптического преобразователя, к размытому изображению. Следовательно, заменяющий сплав должен сохранять прочность, твердость, форму при различных температурах: от чрезмерно низких до высоких.

Одним из сплавов-заменителей может применяться инвар. Инвар – это сплав железа с никелем, с чрезвычайно малым коэффициентом расширения, почти в 10 раз меньшим, чем коэффициент расширения железа. Этот сплав имеет и несколько других названий: нилвар, вакодил, нило-аллой, радиометалл [1].

Инвар получил своё название от латинского слова «неизменный» и означает «сплав, имеющий неизменяемый коэффициент теплового расширения».

Инвар FeNi36 содержит 64 % железа и 36 % никеля, а также другие элементы (табл. 3).

Таблица 3. Химический состав железо-никелевого сплава марки 36Н [4]

В процентах

C	Si	Mn	Ni	S	P	Cr	Mo	V	Al	Cu
до 0,05	до 0,3	0,3-0,6	35-37	до 0,015	до 0,015	до 0,15	до 0,1	до 0,1	до 0,1	до 0,1

Инвар обладает однофазной структурой, характеризуется высокой плотностью (8130 кг/м³) и относительно небольшим температурным коэффициентом линейного расширения ($1,5 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$) (табл. 4) [1].

Таблица 4. Свойства железо-никелевого сплава инвар марки 36Н [1]

Наименование параметра	Значение параметра
Удельное электрическое сопротивление, Ом·мм ² /м	0,75-0,85
Модуль упругости, МПа	14-150
Твердость по Бринеллю, НВ	160
Удлинение при разрыве, %	<45
Прочность при разрыве, МПа	450-590
Плотность, кг/м ³	8130
Коэффициент линейного расширения, К ⁻¹	$1,5 \cdot 10^{-6}$
Температура плавления, °С	1430

При сравнении инвара с алюминиевым сплавом Д16 видно (табл. 2, 4), что коэффициенты линейного расширения у них значительно отличаются. В инваре он значительно ниже, а следовательно, он более устойчивый к температурным колебаниям окружающей среды.

В качестве характеристики теплового расширения принят коэффициент теплового линейного расширения (КТЛР). Для твердого тела КТЛР представляет собой относительное изменение длины (или объема) при изменении температуры на один градус и, следовательно, является мерой легкости, с которой происходит увеличение амплитуды тепловых колебаний атомов при повышении температуры. Низкий коэффициент теплового расширения указывает на большие силы сцепления между атомами.

Маленький коэффициент теплового линейного расширения объясняется тем, что при нагреве общее тепловое расширение компенсируется магнотриксционным снижением объёмного показателя. Это означает,

что в результате взаимного отталкивания магнитных полюсов отдельных атомов сплава его кристаллическая решетка «надувается», то есть увеличиваются расстояния между атомами. Однако этот эффект снижается с увеличением температуры (из-за уменьшения магнитных моментов отдельных атомов), что ведет к сжатию кристаллической решетки [1]. Таким образом, уменьшение отрицательной объемной магнитострикции при возрастании температуры противодействует тепловому расширению. В определенных диапазонах температур эти физические явления способны настолько компенсировать друг друга, что при этом фактически не происходит изменение межатомных расстояний, что препятствует изменению длины (или объема) твердого тела. Эффект инвара исчезает вместе с исчезновением магнитных моментов атомов после достижения температуры магнитного упорядочения соответствующего материала, то есть температуры Кюри или температуры Нееля [1].

Значение КТЛР и стабильность его при применении для сплавов этой группы в значительной мере зависят от режимов термообработки. Режим термообработки выбирают в зависимости от требований, предъявляемых к готовым изделиям. С учетом снятия внутренних напряжений и сохранения стабильности геометрических размеров изделий из инваров рекомендована трехстадийная термическая обработка:

а) для получения минимального КТЛР проводилась закалка с 850 ± 20 °С (после 30 мин выдержки) в воду;

б) для получения стабильного КТЛР во времени после закалки проводят отпуск при 315 °С в течение 1 ч; при этом несколько повышается КТЛР и частично снимаются закалочные напряжения;

в) для повышения стабильности размеров деталей метрологических изделий, которые не фиксируются обычными оптико-механическими методами контроля из-за их малой величины (десятые доли микрона на 1 м длины в год) проводят старение при 95 °С в течение 48 ч после закалки с 850 °С и отпуска при 315 °С [5].

Сплавы инварного класса имеют аномалии большинства физических свойств.

1. Отклонение параметра решетки от правила аддитивности в системе Fe-Ni происходит в сторону больших значений и достигает максимума в области составов инварных концентраций [5].

2. Коэффициент теплового линейного расширения гранецентрированной кубической фазы при понижении концентрации с 60 до 35 % Ni уменьшается от $11,5 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$ до $1 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$.

3. Модуль продольной упругости при уменьшении в твердом растворе никеля с 50 до 36 % резко снижается и принимает минимальное значение $E \approx 146 \text{ ГПа}$ [5].

4. Температурный коэффициент модуля упругости для сплавов Fe-Ni при содержании от 29 до 44 % Ni имеет положительное значение, максимум которого приходится на состав с 35 % Ni.

5. Намагниченность насыщения с повышением содержания железа выше 60 % начинает сильно уменьшаться.

6. В зависимости от состава максимум кривой магнитного насыщения не совпадает с максимумом кривой температуры Кюри.

7. Аномально высокое значение магнитной восприимчивости парапроцесса.

8. Резкое понижение значения точки Кюри при повышении всестороннего давления.

9. Фазовая неустойчивость гранцентрированной кубической -решетки при понижении содержания никеля в сплаве менее 33,4 % (ат.).

10. Отклонение кривой температурной зависимости магнитного насыщения от функций Бриллюэна.

11. Высокое остаточное электросопротивление в сплавах инварного состава.

Однако с течением времени термический коэффициент расширения его претерпевает изменения. При обыкновенной температуре линейка из инвара очень медленно удлиняется; если же ее выдерживать при 100 °С, то процесс удлинения ускоряется и, примерно, через 100 часов доходит до максимума. Кроме того, инвар имеет высокую стоимость [1].

Достоинства инвара: сохранение прочности, твердости, формы при различных температурах [1].

Таким образом, проведенный анализ свидетельствует о возможности и целесообразности замены материала изготовления втулки термокомпенсатора марки Д16 на железо-никелевый сплав 36Н – инвар.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Афанасьев В.К.* Инвары: учеб. Пособие / СибГИУ. Новокузнецк, 2006. 126 с.
2. *Воздвиженский В.М.* Литейные сплавы и технология их плавки в машиностроении / В.М. Воздвиженский, В.А. Грачев, В.В. Спасский. М.: Машиностроение, 1984. 315 с.
3. ГОСТ 4784-97 Алюминий и сплавы алюминиевый деформируемые.
4. ГОСТ 10994-74 Сплавы прецизионные. Марки.
5. Прецизионные сплавы: справочник / Под ред. Б.В. Молотилова. М.: Металлургия, 1983. 439 с.

УДК 621

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИЙ УПРОЧНЕНИЯ СТАЛЬНЫХ ИЗДЕЛИЙ ТОКАМИ ВЫСОКОЙ ЧАСТОТЫ И ЛАЗЕРНОЙ ЗАКАЛКИ

В.А. Крылова, В.А. Алов

Научный руководитель – **В.А. Алов**, канд. техн. наук, доцент

Ярославский государственный технический университет

Проводится сравнительный анализ технологий упрочнения стальных изделий токами высокой частоты и лазерной закалки

Ключевые слова: токи высокой частоты, закалка, термическая обработка, сталь

COMPARATIVE ANALYSIS OF HARDENING TECHNOLOGIES FOR STEEL PRODUCTS BY HIGH-FREQUENCY CURRENTS AND LASER HARDENING

V.A. Krylova, V.A. Alov

Scientific Supervisor - **V.A. Alov**, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor

Yaroslavl State Technical University

A comparative analysis of the technology of hardening steel products with high-frequency currents and laser hardening is carried out.

Keywords: high-frequency currents, hardening, heat treatment, steel

В настоящее время в промышленности разработано десятки способов поверхностной закалки металлов для увеличения срока службы инструмента, деталей машин и механизмов за счет улучшения функциональных свойств поверхности. К ним относятся закалка, упрочнение пластической деформацией, плазменная термообработка, упрочнение высокочастотными токами, лазерная закалка и т.д.

Физика процесса закалки ТВЧ основана на принципе индукционного наведения в поверхностном слое стали вихревых токов, так называемых токов Фуко, протекающие через проводник, смещаются от поверхности за счет скин-эффекта, а поверхностный слой стали быстро нагревается. Затем нагрев прекращается и тепло отводится глубоко в металл. Скорость охлаждения превышает скорость закалки на мартенсит.

Для поверхностной закалки применяют обычные углеродистые стали с содержанием углерода 0,4 % и выше [1]. Твердость поверхности составляет 55-60 HRC. При меньшем содержании углерода поверхностный слой не получит необходимой твердости, а при более высоком содержании углерода существует вероятность возникновения трещин при быстром охлаждении с водяным спреем. Схема индукционного нагрева детали представлена на рис. 1.

Преимущества высокочастотного нагрева:

- а) высокая производительность;
- б) отсутствие выгорания углерода и других элементов;
- в) отсутствие заметного окисления и образования окалины.

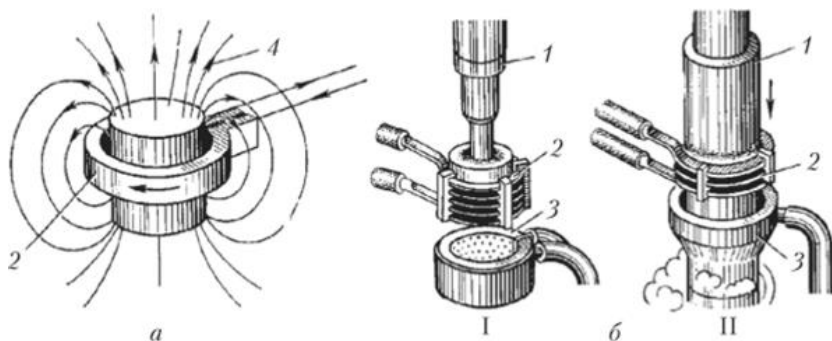


Рис. 1. Закалка токами высокой частоты:

a – схема индукционного метода нагрева детали; *б* – закалка;

I – при одновременном нагреве всей поверхности;

II – при непрерывно-последовательном нагреве;

1 – деталь; 2 – индуктор; 3 – спрейер;

4 – силовые линии магнитного поля

Лазерная обработка основана на тепловом воздействии светового луча высокой энергии на поверхность обрабатываемой заготовки [2]. Лазерное упрочнение имеет более высокие технические и экономические показатели по сравнению с альтернативами; постепенно вытесняются или дополняются традиционные технологии закалки.

Технология лазерной закалки состоит в том, что поверхностный слой металла локально нагревается со скоростью более 100-1000 °C/с и

охлаждается без использования охлаждающих сред. Часть потока энергии лазера поглощается материалом детали и преобразуется в тепло, а остальная часть отражается. Скорость охлаждения в зависимости от интенсивности подачи лазерного потока и массы изделия составляет 1000-10000 °С/с. Скорость охлаждения поверхностного слоя значительно превышает критическую скорость закалки на мартенсит. Схема нагрева представлена на рис. 2.

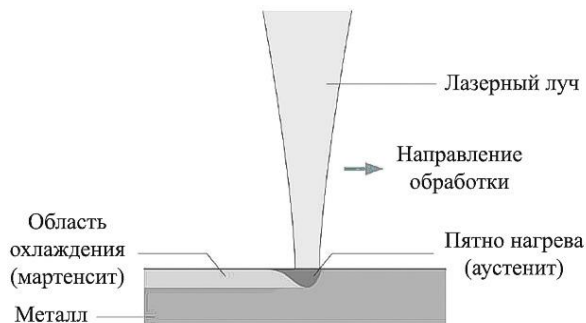


Рис. 2. Схема нагрева лазером для поверхностной закалки

В материале остаются те же фазы и структуры, как и при традиционном упрочнении в печи: мартенсит, цементит и остаточный аустенит, новые не образуются. После охлаждения с такой высокой скоростью структуры становятся мелкодисперсными, в результате чего полученный мартенсит становится более дисперсным. К примеру, в стали У8 после лазерной закалки длина игл мартенсита составляет 2-4 мкм, а при объёмной закалке – 8-12 мкм. В результате микротвердость зерен выше, чем после объёмных видов упрочнения сталей на 3-5 HRC [3].

При воздействии лазера на поверхности происходят структурно-фазовые превращения, образуется мелкозернистая структура с более высокими механическими и трибологическими свойствами, которых не достичь при использовании традиционных методов закалки.

Уменьшением размеров зерна можно добиться оптимального сочетания механических свойств: твердости, пластичности и прочности. Измельчение зёрен влияет на увеличение сопротивления ползучести, потому что границы зёрен предотвращают пластическое течение металла при повышенных температурах.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Гуляев А.П.* Металловедение. Учебник для вузов. 6 изд. М.: Машиностроение, 1986. 544 с.
2. Технология конструкционных материалов / А.М. Дальский, Т.М. Барсукова, Л.Н. Бухаркин, и др.; под ред. А.М. Дальского . 2-е изд. М.: Машиностроение, 2003. 512 с.
3. *Лахтин Ю.М.* Материаловедение: Учебник для машиностроительных вузов / Ю.М. Лахтин, В.П. Леонтьева. 2-е изд., перераб. и доп. М.: Машиностроение. 1980. 493 с.

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В МАШИНОСТРОЕНИИ

И.И. Кузнецов

Научный руководитель – **Н.В. Косарева**, канд. техн. наук, доцент

Ярославский государственный технический университет

Рассматривается технология получения деталей с помощью 3D-принтера. Рассмотрен путь развития технологии, основные достоинства и недостатки.

Ключевые слова: 3D-принтер, 3D-печать, материалы для 3D-печати, виды 3D-печати.

MODERN TECHNOLOGIES IN MECHANICAL ENGINEERING

I.I. Kuznetsov

Scientific Supervisor - **N.V. Kosareva**, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor

Yaroslavl State Technical University

The paper considers the technology of obtaining parts using a 3D printer, its development path, the main advantages and disadvantages.

Keywords: 3D printer, 3D printing, materials for 3D printing, types of 3D printing.

Сегодня на предприятиях применяются различные методы изготовления деталей. Получение любой готовой продукции связано с большим количеством заводских операций. Совокупность этих операций обеспечивают изделию требуемые функциональные свойства и качество. На заводы металл поставляют с металлургических заводов в виде полуфабрикатов— чушек, листов различной толщины, прутков различного профиля. В производственном процессе полученные материалы превращаются в готовую продукцию. В общем виде схема основных стадий технологического процесса выглядит так:

- 1) подготовка сырья;
- 2) формообразование;
- 3) механическая обработка;

- 4) термическая обработка;
- 5) окончательная механическая обработка и шлифование;
- 6) нанесение защитного покрытия.

Как видно, на качество готовых изделий влияет каждая операция технологического процесса, на любой из них могут появиться дефекты и брак.

Самые распространенные и достаточно изученные способы получения изделий – это литьё, обработка давлением, сварка, механическая обработка резанием. Литьё очень подходит для получения сложных отливок с наличием крупных полостей. Обработкой давлением за счёт пластичности можно придать любую форму. Сваркой можно получить сложные конструкции огромных размеров и большой массой. Изделия изготавливаются в большом количестве и в достаточно короткие сроки. Однако возможности всех этих способов ограничены. Кроме того, в процессе производства могут появиться внутренние раковины, неоднородность структуры, от которой зависят свойства, некачественные сварные соединения, большие внутренние напряжения, которые приводят к изменению размеров при эксплуатации и трещинам.

Из этого следует, что, несмотря на усовершенствования, существующие способы производства изделий дают относительно высокий процент брака.

Технический прогресс и наука постоянно предлагают новые технологии, новые материалы для сложных условий работы: очень высокие или низкие температуры, радиация, большие скорости и нагрузки; и соответственно новые конструкции изделий.

В современном мире активно развивается технология 3D-печати, которая позволяет создавать трёхмерные объекты. Готовые изделия получают при помощи послойного нанесения материала. Печать возможно осуществлять из любых материалов: от пластика до печати биоматериалами.

Первым в этой технологии был американец Чарльз Халл, который в 1983 году получил объект, напечатанный при помощи 3D-принтера.

3D-принтер – специальное устройство для вывода трёхмерных данных. В отличие от обычного принтера, который выводит двухмерную информацию на лист бумаги, 3D-принтер позволяет выводить трёхмерную информацию, т. е. создавать определенные физические объекты. В основе технологии 3D-печати лежит принцип послойного создания (выращивания) твёрдой модели.

Позднее, в 1986 году американцы Джо Биман и Карл Декард представили технологию спекания лазером порошка (SLS). В прототипе находилось две емкости, одна – заполнена полиамидом или пластиком в виде

порошка, вторая являлась местом печати изделия. Для создания последующего слоя поверхность печати покрывалась новым слоем материала, который в установленных программой местах спекался при помощи лазера. Данная технология была первоосновой для последующей разработки 3D-принтера, который мог печатать металлами.

Материалов, используемых при получении изделий, для 3D-печати очень много. Самыми распространёнными являются пластики ABS, PLA и PETG. Технология заключается в послойном добавлении расплавленного пластика на рабочую поверхность толщиной в 0,1–0,3 мм. PLA стал популярным благодаря низкой температуре печати. ABS обладает долгим сроком службы, устойчивостью к ударам и высоким температурам. Отрицательным качеством является усадка, т. е. изменения в форме и уменьшение размеров после остывания детали. PETG обладает наилучшим соотношением прочности и качества.

3D-печать позволяет создавать трёхмерную модель сначала на компьютере, а затем получить физический объект, который будет полностью соответствовать заданным параметрам. К тому же еще на стадии разработки можно оценить, как будет функционировать изделие и его внешний вид. При необходимости, еще при анализе процесса, можно внести изменения в конструкцию или последовательность изготовления.

Устройство обрабатывает данные с файлов и формирует структуру из слоев нитевидного или порошкообразного материала, а также в жидкой среде. Будущая деталь образуется последовательным соединением слоев через поперечные сечения. Каждая точка изделия соответствует заданным параметрам модели. Их множество составляет объект.

Особенно выгодно производство по такой технологии в мелкосерийном производстве, а также для создания деталей, которые вышли из строя.

С помощью 3D-принтера можно также получать изделия из металла. Эта технология печати значительно отличается от работы с пластиком. Суть метода заключается в послойном сплавлении металлического порошка по заданной траектории с последующим нанесением нового слоя порошка на всю печатную поверхность. Слой обычно бывает толщиной 30-50 мкм. Деталь печатается в камере с нагретым инертным газом. В настоящее время распространёнными материалами для печати являются титан, нержавеющая сталь, инконель, алюминий, хром-кобальт, медь, железо, цветные металлы. Печать металлами осуществляется только в производственных условиях. Область печати может достигать нескольких метров в длину и ширину, высота же всегда меньше метра.

В существующем сейчас производстве деталь формируется резанием, удалением лишних слоёв металла при доведении до размеров, задан-

ных чертежом. В 3D-принтерах технология строится по-другому. Здесь отходы материала минимальны и достигается максимальная точность размеров. Лишние материалы могут получиться только в случае печати части детали, которая не имеет на нижнем уровне опоры, следовательно требуются поддержки для данных частей модели. Конструкция металлов имеет идеальную монолитную форму. Это позволяет получить конструкции в несколько раз прочнее, чем сборные из отдельных частей или сварные.

Активно разрабатываются технологии для печати тканей и отдельных живых органов для замены поврежденных органов человека. Разрабатываются модели, способные печатать еду прямо на орбите. Такие новшества нужны в космонавтике. Ещё одним преимуществом 3D-печати является печать подвижных неразборных механизмов за один раз. Например, возможно создание уже готовых насосов или помп.

Детали имеют очень высокую точность, что дает возможность использовать эту технологию для деталей двигателей, турбонасосов с наименьшей последующей доработкой. При помощи 3D-принтера космонавты могут с легкостью могут воссоздать сломанный механизм или инструмент.

Как и любая технология 3D-печать имеет свои недостатки. Они заключаются в расходе материала на поддержки и низкую производительность в сравнении с крупносерийным производством. Однако трёхмерная печать активно входит в жизнь обычного человека. Технология имеет большое количество положительных сторон, что сильно перекрывает недостатки.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Лахтин Ю.М.* Материаловедение / Ю.М. Лахтин, В.П. Леонтьева. М.: Машиностроение. 1980. 493 с.
2. *Рэдвуд Б.* 3D-печать. Практическое руководство / Б. Рэдвуд, Б. Гаррэт, Ф. Шoffer; пер. с англ. М.А. Райтман, ред. Д.А. Мовчан. М., 2020. 220 с.

УДК 669.018.28

МЕТАЛЛОФИЗИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ВЫБОРА ЛЕГИРУЮЩЕГО КОМПЛЕКСА ДЛЯ ИСКРОБЕЗОПАСНОЙ ЛИТЕЙНОЙ БРОНЗЫ

А.А. Куревина, М.А. Шаповалова

Научный руководитель – **М.А. Шаповалова**, канд. техн. наук,
доцент

Рыбинский государственный авиационный технический университет
имени П. А. Соловьева

*Рассматривается влияния легирующих элементов на искробезопасность
и физико-механические свойства бронз на основе анализа диаграмм состояния*

***Ключевые слова:** бронза, диаграмма состояния, легирующие элементы
износостойкость, искробезопасность*

METAL-PHYSICAL BASIS OF THE CHOICE OF THE ALLOYING COMPLEX, FOR INTRINSICALLY SAFE CASTING BRONZE

A.A. Kurevina, M.A. Shapovalova

Scientific Supervisor – **M.A. Shapovalova**, Candidate
of Technical Sciences, Associate Professor

P.A. Solovyov Rybinsk State Aviation Technical University

*The influence of alloying elements on intrinsic safety and physical and mechanical
properties of bronzes is considered based on the analysis of state diagrams*

***Keywords:** bronze, state diagram, alloying elements, wear resistance, intrinsic
safety*

В современных многооперационных производствах машиностроительного профиля широко используются специальные сплавы функционального назначения. Инструмент для слесарно-монтажных, сборочных работ и выполнения ряда технологических операций во взрывоопасной и пожароопасной среде должен изготавливаться из искробезопасных и изно-

состоящих сплавов. Широкое распространение получили бронзы специального назначения. Эти бронзы представляют собой многокомпонентные сплавы на основе меди. Необходимо отметить, что в настоящее время отсутствует сравнительный анализ требуемых свойств бронз для искробезопасного инструмента. Кроме этого, большинство бронз относится к группе деформируемых и непригодных по литейным технологическим свойствам для изготовления фасонных литых заготовок.

Известно, что для обеспечения высокой прочности, твёрдости и достаточной пластичности необходимо сочетание следующих основных механизмов упрочнения: твёрдорастворного, дисперсионного и зернограничного. Для обеспечения искробезопасности, необходим хороший теплоотвод с поверхности изделия в процессе эксплуатации, что возможно за счет высокой теплопроводности материала. Выполнение этих требований может быть реализовано за счёт правильного подбора соответствующего легирующего комплекса с учётом физико-химического взаимодействия элементов с основой сплава, а также между собой. Прогноз результатов этого взаимодействия возможен, прежде всего, на основе анализа диаграмм состояния «медь – легирующий элемент».

Работа выполнялась на основе анализа диаграмм состояния Cu-Ni, Cu-Cr, Cu-Al, Cu-Si, Ni-Cr, Ni-Al, Ni-Si, Al-Si, Cu-Be [1]. При этом учитывалась предельная растворимость легирующих элементов, возможность образования упрочняющих фаз и эвтектики.

Анализ диаграмм показывает, что Ni неограниченно растворим в Cu, а Cr, Al, Si, Fe, Be образуют α -твёрдые растворы с переменной растворимостью. Кроме этого при достаточном содержании никеля и хрома возможно образование зёрен γ -твёрдого раствора (нихром). Таким образом, указанные легирующие элементы в начальной стадии формирования структуры обеспечивают достаточно эффективное твёрдорастворное упрочнение с образованием легированного многокомпонентного твёрдого раствора Cu-(Ni,Cr,Si,Fe) и участников γ -твёрдого раствора (Ni-Cr).

Вследствие снижения растворимости хрома, кремния, алюминия, железа и бериллия при охлаждении сплава ниже температуры ликвидус, в структуре, согласно диаграммам состояния, могут формироваться следующие упрочняющие фазы: β -фазы (Cu_3Al), γ -фазы ($\text{Cu}_{32}\text{Al}_{19}$), χ -фаза ($\text{Cu}_{19}\text{Si}_4$), δ -фаза (Ni_2Si), ρ -фазы (NiAl), γ' -фазы (Ni_3AlTi), β -фазы (AlFe), γ -фазы (CuBe). Таким образом, в результате оптимального легирования, обеспечивая выделение указанных упрочняющих фаз, как на стадии формирования структуры, так и в результате термической обработки (закалка+старение), можно получить высокоэффективное дисперсионное упрочнение.

Зернограничное упрочнение обусловлено: во-первых, уменьшением размера зерна по правилу Петча-Холла и во-вторых, упрочнением

границ зёрен за счёт выделения высокодисперсных упрочняющих фаз. Реализация зернограничного упрочнения возможна в результате пластической деформации, модифицирования сплава и микролегирования специальными поверхностно-активными элементами, например нанокремнеземом.

Таким образом, проведенный анализ показал необходимость введения в состав высокопрочной литейной искробезопасной бронзы хрома, никеля, алюминия, кремния и углерода. Их влияние на свойства бронзы заключается в следующем:

Хром оказывает положительное влияние на механические свойства завыляемого сплава за счет твердорастворного упрочнения совместно с никелем и за счет образования карбидов Cr_3C_2 . Не менее важно положительное влияние хрома на основное литейное свойство бронзы – жидкотекучесть, так как при содержании хрома 1,25% в системе Cu-Cr образуется эвтектика, что и обеспечивает хорошую жидкотекучесть. При содержании хрома менее 1% его недостаточно, во-первых, для образования эвтектики, во-вторых, для образования карбидов Cr_3C_2 . Содержание хрома более 2% нецелесообразно, так как ввиду образования заэвтектоидной структуры снижается теплопроводность и искробезопасность бронзы.

Никель неограниченно растворяется в меди, при этом в результате взаимодействия никеля и хрома образуется сложный твердый раствор $\text{Cu}(\text{Ni}, \text{Cr})$, механические свойства которого возрастают на 20-25%. Основная причина необходимости достаточного наличия никеля в данном легирующем комплексе – это формирование интерметаллидов NiAl , Ni_3Al , которые, главным образом, и обеспечивают твердость и износостойкость сплава. На основе анализа диаграммы состояния Ni-Al установлено, что при содержании никеля менее 6% не обеспечивается достаточное количество упрочняющих фаз Ni_3Al и Ni_2Si в структуре сплава, а следовательно, не обеспечивается необходимая твердость. При содержании Ni > 9% формируется избыточное содержание упрочняющих фаз, что приводит к излишней твердости и хрупкости.

Алюминий ограниченно растворяется в меди. При этом в процессе охлаждения растворимость алюминия увеличивается с 7,4% до 9%, что приводит к формированию интерметаллидов Cu_3Al , Cu_7Al – упрочняющих фаз. При наличии достаточного количества никеля образуются интерметаллиды Ni_3Al , NiAl , которые обеспечивают наиболее эффективное дисперсионное упрочнение. Учитывая высокую теплопроводность алюминия, можно предположить, что он не только обеспечивает высокую прочность и твердость бронзы, а также и искробезопасность. Положительное влияние алюминия проявляется также в том, что при содержании 8,5% образуется эвтектика с температурой плавления 1035 °С, что совместно с «хромистой» эвтектикой (1074 °С) обеспечивает достаточно высокий уровень основного технологического свойства литейных бронз – жидкотекучесть.

При содержании алюминия менее 7,5%, то есть меньше минимальной растворимости алюминия в меди невозможно образование упрочняющих фаз Cu_3Al , Cu_7Al , Ni_3Al , что не позволит получить требуемую твердость и износостойкость. При содержании алюминия более 9% существенного повышения твердости и прочности сплава не происходит. Однако вследствие избыточного свободного алюминия существенно повышается склонность сплава к газонасыщению, что снижает качество сплава и существенно затрудняет технологию его плавки. Поэтому содержание алюминия в предполагаемом сплаве не должно превышать 9%.

Кремний является одним из основных элементов, обеспечивающих искробезопасность медных сплавов, поэтому его содержание крайне необходимо. Кроме этого, кремний оказывает существенное влияние на повышение твердости за счет образования силицида никеля Ni_2Si . С учетом приведенного стехиометрического состава и остаточного содержания никеля (2-2,5%) после образования твердого раствора $\text{Cu}(\text{NiCr})$ и упрочняющей фазы Ni_3Al , целесообразно иметь содержание кремния в сплаве в пределах 1,0-1,5%. Очевидно, что при содержании кремния менее 1% практически невозможно образование Ni_2Si . При содержании кремния более 1,5% избыточное количество кремния и фазы Ni_2Si повышает хрупкость сплава и склонность к образованию холодных трещин.

Углерод вводится в сплав как микролегирующий элемент с целью измельчения зерен за счет образования в сплаве тугоплавкого соединения Cr_3C_2 . С учетом весового содержания углерода $\text{C} = 13\%$ в карбиде хрома Cr_3C_2 и остаточного содержания хрома $\text{Cr} = 0,8-1,2\%$ для образования карбида необходимое содержание углерода составляет 0,15-0,20 %.

На основании проведенного анализа рекомендуется следующий состав литейной износостойкой искробезопасной термически упрочняемой бронзы: никель 6-9 %; хром 1-2%; алюминий 7,5-9,5%; кремний 1-1,5%; углерод 0,15-0,20 %.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Лякишев Н.П.* Диаграммы состояния двойных металлических систем: Справочник: В 3 т. / Под общ. ред. Н.П. Лякишева. М.: Машиностроение, 1996. 992 с.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОМПЛЕКСА ТРЕБОВАНИЙ К МАТЕРИАЛАМ ДЛЯ КОВШЕЙ ЭКСКАВАТОРОВ

А.В. Морозова, Е.Н. Фуртова

Научный руководитель - **Е.Н. Фуртова**, старший
преподаватель

Ярославский государственный технический университет

В статье проводится анализ основных требований к материалам, применяемым для изготовления ковшей экскаваторов. Представлен перечень показателей, обеспечивающих эксплуатационные требования к ковшу экскаватора, влияющих на выбор материалов для его изготовления.

Ключевые слова: выбор материала, ковш экскаватора, требования, свойства.

DEFINING A SET OF REQUIREMENTS FOR MATERIALS FOR EXCAVATOR BUCKETS

A.V. Morozova, E.N. Furtova

Scientific Supervisor – **E.N. Furtova**, Senior Lecturer

Yaroslavl State Technical University

The article analyzes the main requirements for materials used for the manufacture of excavator buckets. The list of indicators that provide operational requirements for the excavator bucket, which affect the choice of materials for its manufacture, is presented.

Keywords: choice of material, excavator bucket, requirements, properties.

В зависимости от назначения экскаваторы оборудуются различными видами ковшей. Ковш является его основным рабочим органом. Они работают в сыпучем, связном, мерзлом и скальном грунтах. Частицы, содержащиеся в этих грунтах, подвергают ковши интенсивному абразивному изнашиванию. Выбраковку данного оборудования производят по наличию изменения формы рабочих поверхностей вследствие износа [3].

При проектировании или модернизации оборудования или конструкции, имеющих ограниченную долговечность, необходимо правильно выбрать материал. Следствием неправильного выбора материалов является плохое качество.

Ковш представляет собой сварную конструкцию из листового материала, в зависимости от назначения для его изготовления используются

различные марки сталей, которые должны удовлетворять комплексу требований.



Рис. 1. Основные показатели, обеспечивающие эксплуатационные требования к ковшу экскаватора

Одна из основных задач, которую должен решить конструктор или технолог – выбор материала для конкретной детали. При этом не может

быть однозначного и простого решения, так как при выборе марки материала необходимо обеспечить в первую очередь прочность, надёжности и долговечности детали; кроме того, следует учитывать технологию изготовления, экономию металла, специфические условия службы детали (температура, среда, скорость нагружения и т. п.).

Отправной точкой при решении задачи выбора материала служат конструктивные параметры детали (форма и размеры) и условия её работы, в первую очередь действующее на деталь усилие.

Основные требования, предъявляемые к конструкционным материалам - эксплуатационные, технологические и экономические.

Эксплуатационные требования занимают лидирующие позиции. Для того чтобы обеспечить работоспособность конкретных машин и приборов, материал должен иметь высокую конструкционную прочность.

Конструкционная прочность рассматривается как комплекс механических характеристик, которые обеспечивают надёжную и длительную работу материала в сложно-напряжённом состоянии (прочность, жесткость, надёжность и долговечность) [2].

Технологические требования обеспечивают возможность наименьшей трудоёмкости изготовления деталей и конструкций. Технологические свойства материала оцениваются свариваемостью, обрабатываемостью резанием, литейными свойствами, обрабатываемостью давлением. Технологичность материала влияет на производительность и качество изготовления деталей.

Экономические требования сводятся к тому, чтобы материал имел невысокую стоимость и был доступным. Использование дорогостоящих материалов должно быть обосновано повышением эксплуатационных свойств деталей.

На рис. 1 представлен перечень показателей, обеспечивающих эксплуатационные требования к ковше экскаватора, влияющих на выбор материалов для его изготовления.

Нельзя также забывать о таких показателях как охрана труда и окружающей среды.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Квагинидзе В.С.* Ремонтная технологичность металлоконструкций карьерных механических лопат на угольных разрезах Севера. М.: Изд-во Московского государственного горного университета, 2007. 224 с.
2. *Методология выбора металлических сплавов и упрочняющих технологий в машиностроении* : учебное пособие: в 2 т. Т. I. Стали и чугуны / М.А. Филиппов, В.Р. Бараз, М.А. Гервасьев, М.М. Розенбаум. 2-е изд., испр. Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2013. 232 с.

**ОЦЕНКА ВОЗМОЖНОСТИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ
ТОПОЛОГИЧЕСКИ ОПТИМИЗИРОВАННЫХ
КОНСТРУКЦИЙ МЕТОДОМ ЛИТЬЯ
ПО ВЫПЛАВЛЯЕМЫМ МОДЕЛЯМ**

А.В. Петушкова, А.С. Равочкин

Научный руководитель – **А.С. Равочкин**, канд. техн. наук, доцент

Рыбинский государственный авиационный технический университет
имени П. А. Соловьева

Представлено обоснование замены цельных изделий на изделия с внутренними несплошностями с целью уменьшения массы. Описывается производство таких изделий с помощью метода литья по выплавляемым моделям в гипсовые формы с применением гибридных технологий.

Ключевые слова: литье по выплавляемым моделям, гипсовые формы, гибридная технология, моделирование прочностных характеристик

**EVALUATION OF THE POSSIBILITY
OF MANUFACTURING TOPOLOGICALLY OPTIMIZED
STRUCTURES BY INVESTMENT CASTING**

A.V. Petushkova, A.S. Ravochkin

Scientific Supervisor – **A.S. Ravochkin**, Candidate of Technical
Sciences, Associate Professor

P.A. Solovyov Rybinsk State Aviation Technical University

The rationale for replacing of whole products with products with internal discontinuities to reduce weight is presented. The production of such products by investment casting in gypsum mold using hybrid technology is described.

Keywords: Investment casting, gypsum molds, hybrid technologies, strength characteristics modeling.

Для многих отраслей промышленности масса изделия оказывает не меньшее значение, чем прочностные характеристики. Изначально снижение массы достигается путем применения генеративного дизайна, однако кроме этого существует возможность снижения массы изделия за счет внутренней несплошности детали.

Основным способом получения изделий с внутренней несплошностью являются методы 3D-печати, прежде всего SLS, SLM, Lens, Binder-Jetting, что накладывает существенные ограничения по материалу и размерам изделия. Поэтому перспективным является использование для получения несплошных изделий традиционных технологий, например литья. Также необходимо учитывать, что отливки имеют сложную конфигурацию, и наиболее подходящим методом литья для их изготовления является литье по выплавляемым моделям. Изготовление модельной оснастки для отливок с несплошностью методами субтрактивного производства дорого, трудоемко, а в ряде случаев и вовсе невозможно. Поэтому для изготовления модели необходимо применять методы 3D-печати. Это может быть FDM-технология с использованием в качестве материала пластика PLA.

Модель, полученная таким способом, заливается гипсосодержащей литейной формомассой в условиях вакуума для качественного заполнения полостей модели, образующих несплошности отливки, затем происходит затвердевание гипса. Модель вытапливается из формы при температуре не выше 250°C. Таким образом реализуется так называемая гибридная технология.

Для оценки возможности использования деталей с несплошностью взамен сплошных осуществлялось моделирование образцов в САЕ Autodesk Inventor, имеющих следующие характеристики:

- 1) Сплошной цилиндр диаметром \varnothing 50 мм и длиной 150 мм;
- 2) Труба диаметром \varnothing 50 мм, длиной 150 мм и толщиной стенки 3 мм;
- 3) Цилиндр, с внутренней сеткой в виде квадратного элемента толщиной стенки и размером ячейки 2 мм; 3 мм; 4 мм;
- 4) Цилиндр, с внутренней сеткой в виде шестиугольного элемента толщиной стенки и размером ячейки 2 мм; 3 мм; 4 мм.

Размеры образцов, прежде всего, размеры их внутренней части, обусловлены технологическими ограничениями, накладываемыми технологией литейного производства.

Результаты моделирования напряжений образцов показаны на рис. 1.

Сравнительная характеристика результатов моделирования представлена в табл. 1.

Моделирование образцов показало, что при замене сплошного цилиндра массой 295 грамм на трубу с массой 66 грамм происходит уменьшение массы образца на 78 %. Однако при этом существенно, примерно в 3 раза увеличивается величина напряжений в 3 – 4 раза и прогнозируемое смещение. Использование ячеистых образцов с регулярной сеткой позволяет снизить массу примерно на 20 %, при этом величина напряжений и прогнозируемое смещение изменяются в пределах 15% от соответствующих

щих значений сплошного цилиндра. То есть находятся в пределах требуемого запаса прочности. Таким образом, результаты моделирования позволяют использовать ячеистые структуры вместо сплошного объема.

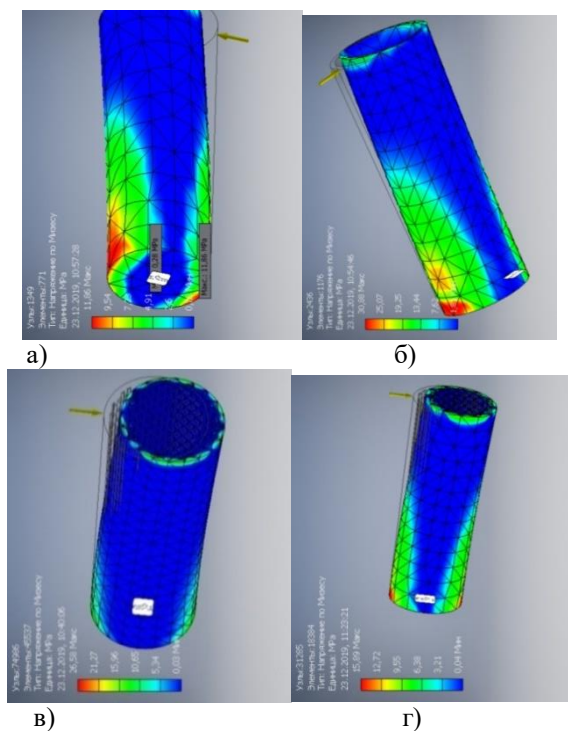


Рис. 1. Результаты моделирования напряжений образцов

- а) Сплошной цилиндр диаметром \varnothing 50 мм и длиной 150 мм; б) труба диаметром \varnothing 50 мм, длиной 150 мм и толщиной стенки 3 мм; в) цилиндр с сеткой с квадратным элементом $\delta = 2$ мм; г) цилиндра с сеткой с шестиугольным элементом $\delta = 2$ мм

Таблица 1. Результаты моделирования

	Сплошной цилиндр диаметром трубы диаметром $\phi 50$ мм, длиной 150 мм	Труба диаметром $\phi 50$ мм, длиной 150 мм и толщиной стенки 3 мм	Цилиндр с сеткой с квадратным элементом $\delta = 2$ мм	Цилиндр с сеткой с квадратным элементом $\delta = 3$ мм	Цилиндр с сеткой с квадратным элементом $\delta = 4$ мм	Цилиндр с сеткой с шестиугольным элементом $\delta = 2$ мм	Цилиндр с сеткой с шестиугольным элементом $\delta = 3$ мм	Цилиндр с сеткой с шестиугольным элементом $\delta = 4$ мм
Масса образца, кг	0,295	0,066	0,238	0,236	0,236	0,237	0,234	0,234
Напряжение по Мизесу, МПа	11,86	30,88	26,58	16,62	15,45	15,89	15,84	20,11
1-е основное напряжение, МПа	19,65	54,59	30,57	24,8	26,72	27,47	24,42	22,61
3-е основное напряжение, МПа	6,87	24,88	11,45	9,33	10,24	10,51	9	8,78
Смещение, мм	0,056	0,161	0,067	0,067	0,068	0,067	0,069	0,070
Коэффициент запаса прочности, ul	15	15	15	15	15	15	15	15

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Баничук Н.В. Введение в оптимизацию конструкций / Н.В. Баничук. М.: Наука, 1986. 303 с.
2. Шатров Б.В. Теоретические основы анализа конструкций с применением метода конечных элементов. Курслекций / Б.В. Шатров. М.: MSC.Software Corporation. 1998. 101 с.

ТЕРМИН “СТАРЕНИЕ” В МАТЕРИАЛОВЕДЕНИИ

И.И. Приходько

Научный руководитель – **Н.В. Косарева**, канд. техн. наук, доцент

Ярославский государственный технический университет

Рассматривается процесс “старения” различных материалов и изменение прочностных свойств этих материалов. Рассмотрено “старение” под действием окружающей среды и искусственное “старение”.

Ключевые слова: Старение, резина, пластмассы, чугун, прочность.

THE TERM “AGING” IN MATERIALS SCIENCE

I.I. Prikhodko

Scientific Supervisor - **N.V. Kosareva**, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor

Yaroslavl State Technical University

The article considers the process of “aging” of various materials and the change in the strength properties of these materials, environmental aging and artificial aging.

Keywords: aging, rubber, plastics, cast iron, strength.

Материаловедение включает большой класс материалов. Каждый класс обладает специфическими свойствами, характерными только для этих материалов. Поведение металлов и сплавов, резины, пластиков и др. при разных условиях тоже различно.

Интересен в этом смысле термин “Старение”, который несет совершенно противоположный смысл для различных материалов. С одной стороны, старение материалов – самопроизвольное необратимое изменение свойств материалов. При этом свойства материалов с течением времени изменяются от заданных в худшую сторону. С другой стороны, процесс старения используют как упрочняющую обработку с целью повышения прочностных характеристик и стабильности размеров.

Во всех случаях старение связано со структурными превращениями, изменениями внутреннего строения, движением атомов, молекул и дислокацией. Это процесс сложных многостадийных превращений от временных воздействий, тепла, света, влажности, радиации, механических напряжений и др.

Старение резины. Старение это необратимое изменение физико-механических свойств каучука или резины под действием факторов окружающей среды и различных агрессивных сред. Старение происходит, если изделия из резины подвергается воздействию механических нагрузок. Испытания на старение изделий из резины производятся при выдерживании её в различных условиях окружающей среды и в различных агрессивных средах.

В связи с тем, что роль факторов, активирующих старение резины, изменяется в зависимости от природы и состава материала, различают в соответствии с преимущественным влиянием одного из факторов следующие основные виды старения резины:

Световое старение. Вследствие ультрафиолетового светового излучения меняется молекулярная масса резины и расширяется молекулярно массовое распределение. Поэтому натуральный каучук на воздухе под действием прямого солнечного света быстро окисляется, размягчается и делается липким.

Озонное старение. При действии озона на изделия из резины образуются озониды, при этом увеличивается масса каучука и на его поверхности образуется хрупкая пленка. Особенно эффективное воздействие озона приходится на каучуки, находящиеся под действием различных растягивающих нагрузок. В таких условиях происходит озонное растрескивание, поверхность деформируется и покрывается множеством трещин.

Старение в результате механических напряжений и нагревания. Механические напряжения, ослабляя химические связи в макромолекулах, активируют химические реакции и структурные превращения. Разрыв макромолекул под действием напряжений, а также нагревание приводят к образованию свободных радикалов, которые реагируют друг с другом и с макромолекулами. В результате механических напряжений и нагревания у резины ухудшается прочность и пластичность.

Радиационное старение. В большинстве каучуков под действием ионизирующего излучения образуются химические связи между молекулами в результате присоединения радикалов друг к другу или к макромолекулам исходного каучука. Под действием такого излучения, у резины резко ухудшаются её физико-механические свойства. Скорость старения каучука зависит от мощности дозы облучения.

Старение пластмасс. Старение пластмасс это необратимое изменение полезных свойств полимерных материалов, которое происходит с

течением времени в результате совокупности химических и физических превращений, происходящих при их переработке, хранении и эксплуатации. Способность полимерного материала подвергаться старению зависит от его химического состава и строения.

Более значительное влияние на старение пластмассы и других полимерных материалов оказывают факторы окружающей среды, к которым относятся температура, влажность воздуха, световая и проникающая радиация, кислород, различные агрессивные и газообразные примеси, содержащиеся в воздухе, а также механические нагрузки от ветра, динамической энергии водяных капель, града, песка и пыли.

При старении в полимерных материалах может происходить два основных процесса: структурирование, т.е. сшивка молекул, что приводит к потере эластичности и появлению хрупкости; деструкция, т.е. разложение полимера на низкомолекулярные продукты. Эти химические процессы приводят к разрыву химических связей, сшиванию молекул, образуются неравновесные структуры, растут локальные напряжения. Это приводит к появлению трещин.

Старение металлов. Старение металлов, протекает внутри металлов и вызывает изменение внутреннего строения, а вместе с тем, изменение физических и механических свойств.

Старение чугунов – это процесс, применяемый для стабилизации размеров чугунных отливок и снятия внутренних напряжений в чугунных изделиях. Выделяют 2 типа старения чугунных изделий, естественное и вибрационное. При естественном старении, изделие после литья выдерживают от 6 до 15 месяцев на воздухе или в помещении. Например, станины для станков повышенной точности. Также при естественном старении в чугунных отливках напряжения снижаются на 3-10% и более. При вибрационном старении напряжения в чугунных отливках снижаются на 10-15% и более. Во время вибрации возникают напряжения, которые приводят к локальным пластическим деформациям в чугуне. Это повышает его стойкость к изменению размеров при эксплуатации. Искусственное старение проводится при температуре 350-550 °С в зависимости от вида изделия. Время процесса сокращается до 3-8 часов.

Старение алюминиевых сплавов как обязательная составляющая входит в комплекс термической обработки. Цель – повышение прочностных характеристик, изделия. Повышение прочности в этом случае достигается за счет распада пересыщенного твердого раствора, полученного при закалке. Для активизации диффузионных процессов, способствующих образованию упрочняющих фаз, производят нагрев закаленных заготовок, т.е. искусственные старения. При этом процессе изделия нагревают до

температуры 200 °С. Выдержка составляет от нескольких часов до нескольких суток. Например, для сплава Д16 предел прочности после закалки и старения повышается до 470 МПа, то есть почти в 2 раза.

Старение – это сложный процесс, имеющий свои положительные и отрицательные стороны. Процесс, требующий глубокого изучения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Лахтин Ю.М.* Материаловедение. М.: Машиностроение, 1980. 493 с.
2. *Коцюбинский О.Л.* Стабилизация размеров чугуновых отливок. М.: Машиностроение, 1974. 295 с.
3. *Белозеров Н.В.* Технология резины: 3-е изд. перераб. и доп. М.: Химия, 1979. 472 с.
4. *Павлов Н.Н.* Старение пластмасс в естественных и искусственных условиях. М.: Химия, 1982. 224 с.

АЭРОГЕЛЬ И ПЕРСПЕКТИВЫ ЕГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

А.В. Смирнова, М.С. Тюник, Т.Д. Стоянова

Научный руководитель - **Т.Д. Стоянова**, старший
преподаватель

Ярославский государственный технический университет

Рассматриваются основные свойства аэрогелей. На основании этих свойств предлагаются перспективные направления использования аэрогелей в различных отраслях.

***Ключевые слова:** аэрогель, теплоизоляция, легкий материал, твердый материал.*

AEROGEL AND PROSPECTS OF THEIR USE

A.V. Smirnova, M.S. Tyunik, T.D. Stoyanova

Scientific Supervisor - **T.D. Stoyanova**, Senior Lecturer

Yaroslavl State Technical University

The main properties of aerogels are considered. Based on these properties, promising areas for the use of airgels in various industries are proposed.

***Keywords:** aerogel, thermal insulation, lightweight material, solid material.*

Аэрогель является самым легким твердым материалом, известным человеку, ведь он на 99,8% состоит из воздуха. Этот пористый материал является отличным теплоизолятором, а также обладает исключительными и уникальными физическими свойствами, которые вызывают интерес у исследователей, работающих в разных областях науки и техники.

Производство аэрогеля непростая задача, ведь оно требует высоких температур и давлений. Его структуру образуют сферические кластеры из кварца, диаметр которых составляет около 0,004 мкм. Они формируют трехмерную сетку, в порах которой находится воздух. Размеры этих пор превышают размеры кластеров в десять и более раз, благодаря чему и получается очень легкий материал.

Аэрогель изобрел профессор Стивен Кистлер, он опубликовал результаты своей работы в «Nature» в 1931. Это открытие стало результатом пари с его коллегой Чарльзом Лернедом. Спор был о том, можно ли удалить из геля всю жидкость, не повредив при этом твердую часть. При выпаривании возникает проблема-древовидная структура геля при высыхании сжимается, что приводит к разрушению структуры изнутри.

Сэмюэль Кистлер решил эту проблему, заменив воду спиртом. Кистлер поместил гель в камеру высокого давления, автоклав. В автоклаве нагреваясь при высоком давлении вещество достигает критической точки и переходит в полужидкое-полугазообразное состояние, сверхкритическую жидкость. В этом состоянии газ и жидкость практически ничем не отличаются, молекулы вещества теряют связи. После этого сбрасывают давление и остаётся лишь твёрдый скелет, который составляет 1% от общей массы геля без деформации, вместо жидкости в нанопорах теперь газ. Этот скелет с крошечными порами и называется аэрогель.

Аэрогель имеет слегка голубоватый оттенок. Это связано с тем, что крошечные нанопоры рассеивают свет из-за Рэлеевского рассеяния. Интенсивность рассеянного света пропорциональна единице, разделенной на длину волны в четвёртой степени. А значит короткие волны синего рассеиваются лучше чем жёлтого или красного. Вследствие чего аэрогель не пропускает ультрафиолет, но выглядит прозрачным в инфракрасном свете.

Благодаря нанопорам он также является отличным теплоизолятором. Его теплопроводность гораздо ниже воздуха и всё из-за того что размер пор меньше чем то расстояние, которое в среднем пролетает молекула воздуха прежде чем с чем-нибудь столкнуться, так называемый средний свободный пробег. Из-за этого быстрым горячим молекулам газа из нижних слоев очень трудно проникнуть сквозь гель и перенести тепло в верхние слои, происходит так называемый эффект Кнудсона.

НАСА уже несколько десятилетий применяет аэрогель к марсоходам для термоизоляции электроники, защищая ее от замерзания холодными марсианскими ночами. Миссия stardust космической программы также использовала блок аэрогеля для мягкого улавливания высокоскоростных частиц из хвоста кометы. Частицы летят со скоростью примерно 6 км в секунду относительно аэрогеля. При столкновении с аэрогелем, благодаря низкой плотности и высокой пористости материала, когда частицы попадают внутрь, они тратят энергию на разрушение внутренней структуры аэрогеля, вследствие чего просто застревают в материале.

Аэрогель – прозрачный и хрупкий материал, однако он имеет широкий спектр применений. Так, например, если в Антарктике начнут строить дома, термоизоляцию обеспечат аэрогелем, потому что это наиболее эффективная термоизоляция в таких экстремальных условиях. Также, благодаря свойствам, его можно использовать в криогенике или в скафандрах. Аэро-

гели, сделанные на основе полимеров, идеально подходят для использования в вакууме, космосе, а также на луне и других планетах.

В промышленности можно найти применение аэрогелю в холодильной технике, строительстве, модернизированию исторических сооружений и в многих других сферах, где требуется теплоизоляция.

Этот материал является более эффективной, более легкой и менее громоздкой формой изоляции, чем пенополиуретан, который в настоящее время используется для изоляции холодильников, рефрижераторных машин и контейнеров. И у него есть еще одно важное преимущество перед пеной. Пены выдуваются в стенки холодильника хлорфторуглеродными пропеллентами, химическим веществом, которое является основной причиной истощения стратосферного озонового слоя Земли. Озоновый слой защищает жизнь на Земле от ультрафиолетового света, который является причиной рака кожи человека. По данным Агентства по охране окружающей среды Соединенных Штат миллионы людей заболели раком кожи из-за воздействия ультрафиолета и сотни тысяч умрут от этой болезни в течение следующих 50 лет. Замена пены на аэрогель может помочь уменьшить эти потери.

Помимо своих изоляционных свойств, аэрогели имеют и другие многообещающие характеристики. При прохождении через аэрогель звук замедляется до скорости от 100 до 300 метров в секунду. Это может быть использовано несколькими способами, например, для повышения точности и снижения энергопотребления ультразвуковых устройств, используемых для измерения расстояний в камерах с автофокусировкой и роботизированных системах. Слой аэрогеля на керамическом пьезоэлектрическом преобразователе может значительно повысить эффективность, с которой он генерирует ультразвуковые волны.

Сейчас ученые пытаются сделать производство дешевле, а сам материал прочнее. Небольшая эластичность у них всё ещё есть, его легко сломать, но все же они уже многого добились. Аэрогели имеют множество потенциальных применений, как в космосе, на далеких планетах, так и на Земле. Они легкие, долговечные и чрезвычайно эффективные для изоляции и предотвращения теплопередачи.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. NASA. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.nasa.gov/topics/technology/features/aerogels.html>
2. SCIENCEARTICLESARCHIVE. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www2.lbl.gov/Science-Articles/Archive/aerogel-insulation.html>
3. Ядерная физика в Интернете. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://nuclphys.sinp.msu.ru/mirrors/m024.htm>
4. designboom. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.designboom.com/design/aerogel-twice-as-dense-as-air-and-the-lightest-material-in-the-world-06-04-2019/>

ВЛИЯНИЕ ПАРАМЕТРОВ РЕЖИМА НИТРОЦЕМЕНТАЦИИ НА СВОЙСТВА И СТРУКТУРУ НИТРОЦЕМЕНТУЕМОГО СЛОЯ

Д.А. Стрельцова, В.А. Иванова

Научный руководитель – **В.А. Иванова**, д-р техн. наук,
доцент

Ярославский государственный технический университет

Рассматриваются параметры режима нитроцементации. Определено влияние этих параметров на свойства и структуру полученного слоя в процессе нитроцементации.

***Ключевые слова:** нитроцементация, эксплуатационные свойства, структура.*

INFLUENCE OF PARAMETERS OF REGIME NITROCARBURIZING ON PROPERTIES AND STRUCTURE NITROCEMENTATION LAYER

D.A. Streltsova, V.A. Ivanova

Scientific Supervisor - **V.A. Ivanova**, Doctor of Technical
Sciences, Associate Professor

Yaroslavl State Technical University

The parameters of the nitrocementation mode are considered. The influence of these parameters on the properties and structure of the resulting layer during nitro-cementation is determined.

***Keywords:** nitrocementation, performance properties, structure.*

В последнее время нитроцементация обрела широкое распространение и наряду с цементацией стала главным методом химико-термической обработки в крупносерийном производстве. Однако, как и в большинстве методов термической и химико-термической обработки, практическое использование нитроцементации опережало уровень теоретических разработок в этой области.

При нитроцементации поверхность стали насыщается в газовой атмосфере углеродом и азотом. В результате одновременной диффузии углерода и азота в аустените образуется нитроцементированный слой. Образовавшиеся активные атомы азота и углерода адсорбируются поверхностью и диффундируют вглубь детали. При нитроцементации необходимо регулировать степень поверхностного насыщения стали азотом и углеродом, что позволяет получить оптимальные механические свойства. Суммарное содержание азота и углерода определяется толщиной нитроцементированного слоя и химическим составом стали.

Основными параметрами процесса нитроцементации, от которых зависят глубина и качество нитроцементированного слоя, являются: время выдержки, температура процесса, способ охлаждения деталей и свойства применяемых карбюризаторов.

Влияние режима нитроцементации на эксплуатационные свойства для различных изделий сталей представлены в таблице.

Влияние параметров режима нитроцементации на эксплуатационные свойства изделий из сталей

Наименование изделия	Марка стали	Параметры режима химико-термической обработки	Толщина слоя / структура	Свойства	Источник
Специально подготовленные образцы	50ХГФ	Выдержка 4 часа при 860 °С	- / мартенсит	Повышение ударной вязкости, повышение уровня износостойкости	[1]
Сверла	Р6М5	Выдержка 3,5 часа при 560 °С	0,1 мм / -	Повышение показателей эксплуатационной стойкости в 2,2 раза	[2]
Специально подготовленные образцы	30ХГТ	Выдержка 3 часа 650 °С	0,12 мм / мартенсит	Увеличение предела выносливости в 1,5 раза; увеличение предела усталости в 1,6 раза	[3]

Специально подготовленные образцы	сталь 40	Выдержка 2 часа при 650 °С	0,06 мм / под слоем карбонитрида зона азотистого углеродистого мартенсита с остаточным аустенитом глубиной до 0,2 мм	Повышение износостойкости Повышение показателей ударной вязкости	[4]
Специально подготовленные образцы	ВКС-7 (16Х2Н3МФБА Ю-Ш по ТУ 14-1-4483-88)	Выдержка 10 ч при 820 °С	0,4 мм / мартенсит и расположенная в нем карбонитридная зона	Повышение износостойкости; повышен предел выносливости	[5]
Детали колленчатого вала	30Х	Выдержка 3ч при температуре 650 °С	- / мартенсит, 20% остаточного аустенита	Повышение предела выносливости; повышение предела усталости	[6]

Анализируя данные, представленные в таблице, можно сделать следующие выводы.

Варьируя параметрами процесса, можно изменять глубину воздействия. Исследования показали, что с повышением температуры увеличивается скорость диффузии углерода и азота в глубину металла. Глубина проникновения газа в металл регулируется временем выдержки нагретого изделия в рабочей среде. При нитроцементации продолжительность выдержки для получения слоя заданной глубины зависит главным образом от температуры процесса.

Эксплуатационная надежность деталей, работающих в условиях циклического нагружения, может быть наиболее эффективно достигнута низкотемпературной нитроцементацией.

Нелегированные стали после нитроцементации имеют невысокие показатели, как износостойкости, так и ударной вязкости. Это обусловлено характером их карбонитридной структуры - тонкой коркой азотистого цементита на поверхности и хрупкой сеткой по границам зерен.

Наличие остаточного аустенита снижает твердость слоя, и содержание его ограничивается допустимой твердостью поверхности. Кроме того, остаточный аустенит в мартенситной структуре закаленного нитроцементованного слоя задерживает возникновение усталостных нарушений и повышает усталостную прочность нитроцементованных деталей. На количество остаточного аустенита влияют температура нитроцементации, химический состав стали и суммарное содержание азота и углерода. Азот, присутствуя в слое, значительно повышает количество остаточного аустенита в легированных сталях.

Низкотемпературная нитроцементация быстрорежущих сталей положительно сказывается на параметрах процесса резания. Эксплуатационная стойкость нитроцементованного инструмента по сравнению со стандартным неупрочненным инструментом повышается в 1,7...1,9 раза, что позволяет сделать вывод об экономической целесообразности применения процесса нитроцементации для изделий, изготовленных из быстрорежущей стали.

Повышение длительности нитроцементации при определённой температуре влияет на предел её выносливости настолько, насколько увеличивает глубину диффузионного слоя. При увеличении глубины диффузионного слоя предел усталости возрастает более чем в 1,6 раза по сравнению с исходным.

Таким образом, для каждой конкретной детали необходимо назначать сталь и режимы упрочняющей обработки с учетом условий ее эксплуатации.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Колмыкоов В.И.* Влияние нитроцементации на износостойкость и ударную вязкость инструментальных сталей / В.И. Колмыкоов, Е.А. Косинов // *Современные материалы, техника и технологии.* 2017. № 1 (9). С. 120-127.
2. *Долгих А.М.* Повышение стойкости сверл из быстрорежущей стали низкотемпературной нитроцементации // *Вестник ПГУ: промышленность.* 2012. № 11. С. 91-94.
3. *Костин Н.А.* Усталостная прочность улучшаемой стали 30ХГТ после высоко- и низкотемпературной нитроцементации / Н.А. Костин, Е.В. Трусова // *AUDITORIUM.* 2016. Н. 4 (12). С. 42-47.
4. Упрочнение деталей низкотемпературной нитроцементацией / В.В. Серебровский, Д.В. Колмыков, Ю.П. Гнездилова, И.М. Ахмадуллин // *Вестник КГСА.* 2008. №. 6. С. 74-76.
5. Влияние активизации процесса нитроцементации на механические свойства теплостойких сталей / С.А. Герасимов, Л.И. Куксенова, В.Г. Лаптева, Р.С. Фахуртдинов, В.Д. Данилов, А.Е. Смирнов, И.А. Хренникова // *Проблемы машиностроения и надежности машин. Российская академия наук.* 2015. № .1. С. 55-61.
6. *Шаповалова Ю.Д.* Усталостные свойства хромистых сталей, упрочненных нитроцементацией: дис. д-ра техн. наук. 05.16.01. 2004.

САМАН КАК УНИКАЛЬНЫЙ КОМПОЗИЦИОННЫЙ МАТЕРИАЛ

М.С. Тюник, Т.Д. Стоянова

Научный руководитель - **Т.Д. Стоянова**, старший преподаватель

Ярославский государственный технический университет

Рассматриваются основные свойства саманного раствора и кирпича-сырца. На основании этих свойств предлагаются перспективные направления модификации глинистых грунтов и улучшения механических и эксплуатационных свойств самана.

Ключевые слова: саман, кирпич-сырец, волокнистые композиты, каолинит, модификация грунтов.

ADOBE AS A UNIQUE COMPOSITE MATERIAL

M.S. Tyunik, T.D. Stoyanova

Scientific Supervisor - **T.D. Stoyanova**, Senior Lecturer

Yaroslavl State Technical University

The basic properties of adobe mortar and raw brick are considered. Based on these properties, promising directions for the modification of clay soils and improvement of the mechanical and operational properties of adobe are proposed.

Keywords: adobe, raw brick, fiber composites, kaolinite, soil modification.

С момента своего появления на планете Земля человек стал испытывать необходимость иметь надёжное жилище. Для постройки жилища человек начал использовать все природные материалы, которые его окружали: камень, древесину, грунт, травянистые растения, шкуры животных и даже лёд! На сегодняшний день разнообразие строительных материалов поражает воображение. Одним из самых древних строительных материалов наряду с камнем и древесиной является саман. Но и сегодня человек не может обойтись без этого строительного материала. Население Земли на время написания статьи составляет более 7,7 миллиарда человек. По

данным ООН на сегодняшний день более 20% населения Земли проживают в саманном жилье.

Для нас сегодня саман представляет особый интерес как уникальный композиционный материал (композит). И в настоящее время этот древнейший строительный материал получает вторую жизнь, возвращается на строительный рынок.

Саман - это композитный материал, состоящий из глинистого грунта, воды, песка, соломы и (или) других волокнистых растительных материалов. По своей структуре саман относится к классу волокнистых композитов. Уже небольшое содержание наполнителя в композитах такого типа приводит к появлению качественно новых механических свойств материала. Широко варьировать свойства материала позволяет также изменение ориентации, размера и концентрации волокон. Кроме того, армирование волокнами придаёт материалу анизотропию свойств (различие свойств в разных направлениях). Саман в зависимости от плотности и массы делится на две категории: тяжёлый саман, содержащий до 80% глины (от 1500 до 1900 кг/м³) и лёгкий (от 500 кг/м³). Предел прочности на сжатие высушенного самана и кирпича-сырца колеблется от 10 до 50 кг/см² и сопоставим с газо- и пенобетоном плотностью 600 кг/м³ (предел прочности 25-40 кг/см²). Тяжёлый саман используется для возведения капитальных несущих стен, а лёгкий саман используется при каркасном способе строительства или как теплоизоляционный материал.

Связующим материалом является глинистый грунт. И в то же самое время глинистый грунт выполняет ещё и функцию природного, экологически чистого антипирена для волокнистых материалов растительного происхождения, входящих в состав самана. На практике, в Украине и на юге России, в качестве связующего материала использовали практически любой грунт, вплоть до чернозёма! Причём, зачастую использовали тот грунт, который выкапывался из ямы (или котлована) под фундамент. Но предпочтение отдавали всё-таки глине.

Глины являются одним из наиболее распространенных типов горных пород, слагающих до 11% всего объема земной коры. Глина-это мелкозернистая осадочная горная порода, в сухом виде она как пыль, а во влажном состоянии становится пластичной, мягкой, такой что из нее можно лепить, то есть придавать ей желаемую форму.

Как правило, породообразующим минералом в глине является каолинит, его состав: 47% оксида кремния(SiO₂ и SiO₄), 39 % оксида алюминия(Al₂O₃) и 14 % воды (H₂O).

Чистая глина имеет белый или серый цвет. Но, из-за наличия разного рода примесей, глина бывает различных цветов например красного, синего, зеленого, лилового, чёрного, а чаще всего коричневого цвета. Окраска обусловлена примесями ионов - хромофоров или органических соединений.

Солома и другие волокнистые материалы (камыш, тростник, древесная стружка, костра и другие) выполняют одновременно две функции: наполнителя и армирующего материала. Многовековая практика показала, что если использовать равномерно распределённые и хаотично ориентированные волокнистые материалы, то можно добиться уменьшения веса самана, получив суммарно большее сечение арматуры, увеличение пределов прочности при работе на сжатие-растяжение. Солома является самым традиционным наполнителем для самана. Но не любая солома подходит для самана. Предпочтительны к использованию солома озимых сортов пшеницы и ржи.

Песок, гравий или керамзит тоже могут выполнять как функцию наполнителя, так и функцию уменьшения усадки при высыхании смеси.

Технология приготовления саманного раствора практически не меняется тысячи лет. Глинистый грунт разводят водой, разминают в ямах, ящиках или на ровных площадках и тщательно перемешивают с добавками. Естественно, до начала смешивания всех компонентов, их нужно как следует приготовить. Свойства конечного продукта (самана) зависят от качества составляющих его компонентов. С древних времён саманный раствор в небольших объёмах месили ногами, а при необходимости или возможности использовали лошадей. На сегодняшний день процесс замешивания самана во многом механизирован. Так как бетономешалки не подходят для этой цели, то конструируются и совершенствуются саманомешалки. Существуют и современные станки для формовки или прессования саманных блоков для серийного производства.

Традиционно в строительстве саман используют в двух видах: в виде саманного раствора и в виде саманных кирпичей. Саман первого вида используется в регионах с сухим и жарким климатом, а второго типа повсеместно, в том числе и в северных широтах. При строительстве непосредственно из саманного раствора зданиям и сооружениям можно придавать совершенно любые формы, что невозможно при использовании большинства современных материалов. При этом сооружение получается монолитным, что увеличивает его прочностные характеристики. Из саманного раствора можно изготавливать блоки или кирпич, так называемый кирпич - сырец. Саманные кирпичи не подвергаются обжигу, а сушатся горячим сухим воздухом, на солнце или под навесами. Свою первоначальную прочность саманный кирпич набирает за один месяц. После этого саман можно использовать для строительства. После укладки в стены саман продолжает набирать прочность благодаря химическим процессам внутри блока. Размеры и форма саманных блоков различны в разных странах, в зависимости от местных традиций.

Перспективным направлением повышения механических и эксплуатационных свойств самана является модификация глинистых грунтов и

введение в состав самана новых составных компонентов. Модифицировать глинистый грунт можно введением известкового раствора, который с течением времени будет увеличивать прочность самана. Также изменять свойства самана в зависимости от назначения и области применения можно введением в состав нетрадиционных пластификаторов, таких как жидкое стекло, костный клей, казеин, молочная сыворотка, патока, крахмал и другие. Являясь отходами других производств, эти вещества могут послужить хорошими заменителями традиционных пластификаторов.

В сравнении с другими строительными материалами: (кирпич, бетон, древесина) саман обладает целым рядом неоспоримых преимуществ: абсолютная экологичность, огнестойкость, пожаробезопасность, экономичность, долговечность.

К недостаткам самана можно отнести низкую влагостойкость. Саманные дома категорически не рекомендуется строить в местностях, подверженных систематическим сильным наводнениям.

В статье рассмотрены лишь некоторые особенности состава, структуры и свойств самана. Тем не менее, даже из этого краткого сообщения видно, что природа свойств самана чрезвычайно многогранна и сложна. Расширение области применения самана и подобных ему композитных материалов, возможно только при использовании современных методов исследования, разработанных в грунтоведении и физико-химической механике композитных материалов. Применение этих методов позволит объяснить влияние многих факторов на свойства самана и спрогнозировать изменение их свойств в условиях изменяющейся окружающей среды.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Минке Г. Глинобетон и его применение. / Пер. с нем. Калининград.: Янтарный сказ, 2004. 228 с.

Эванс Я. Дом из самана. Философия и практика. / Майкл Дж.Смит, Линда Смайли. Пер.сангл. Киев.: ОО Рідна Земля. 2008. 348 с.

Дэй К. Места, где обитает душа: Архитектура и среда как лечебное средство / Пер. с англ. М.: Ладыя. 2000. 280 с.

Лапин Ю. Автономные экологические дома. М.: Алгоритм. 2005. 416 с.

Осипов В.И. Микроструктура глинистых пород. / В.И. Осипов, В.Н. Соколов, Н.А. Румянцева. М.: Недра, 1989. 211 с.

САМАН КАК МАТЕРИАЛ ДЛЯ 3-D ПЕЧАТИ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

М.С. Тюник, Т.Д. Стоянова

Научный руководитель - **Т.Д. Стоянова**, старший
преподаватель

Ярославский государственный технический университет

Рассматриваются основные перспективы использования модифицированного саманного раствора как материала для 3-D печати зданий и сооружений. Оцениваются преимущества и недостатки самана и саманных домов.

Ключевые слова: саман, аддитивные технологии, 3-D принтер, модификация грунтов.

ADOBE AS A MATERIAL FOR 3-D PRINTING OF BUILDINGS AND STRUCTURES

M.S. Tyunik, T.D. Stoyanova

Scientific Supervisor - **T.D. Stoyanova**, Senior Lecturer

Yaroslavl State Technical University

The main prospects of using a modified adobe solution as a material for 3-D printing of buildings and structures are considered. The main advantages and disadvantages of adobe and adobe houses are evaluated.

Keywords: adobe, additive technology, 3-D printer, soil modification.

Современные технологии не стоят на месте и вот уже сейчас в нашей обыденной жизни крепко укоренилось такое понятие, как 3-D печать. Сегодня технология 3-D печати используется во всех сферах жизни, в науке и технике: в медицине, в робототехнике, в строительстве, в автомобилестроении, в авиастроении, в промышленном дизайне и в космических проектах. На 3-D принтерах печатают украшения, детские игрушки и даже настоящее оружие.

Разработки 3-D принтеров для печати домов ведутся учёными разных стран с начала 2000 годов. Первопроходцами в 3-D печати домов стали китайцы. А направление это очень прогрессивное, перспективное и с большим потенциалом. Поэтому во всём мире интенсивно ведутся разработки конструкций строительных 3-D принтеров и составы строительных растворов, пригодных для использования такими принтерами. Рабочий раствор для строительного 3-D принтера должен обладать целым рядом свойств. Поскольку технология 3-D печати основана на послойном нанесении материала, раствор должен быть пластичным, но не растекаться и не расплющиваться собственным весом. Раствор должен иметь конкретную, вполне определённую скорость схватывания в зависимости от климата местности, где будет вестись строительство.

На сегодняшний день учёные подбирают оптимальное сочетание связующего и наполнителей, каждый из которых выполняет одновременно несколько функций. В качестве связующего материала в настоящее время используются цемент, известь и глина. Дешевле и экологичнее всего глина. Поэтому предлагается к рассмотрению в качестве раствора для 3-D печати саман, который может открыть доступ населения к низкобюджетному, быстровозводимому жилью. Тот самый древнейший строительный материал. 3-D печать открывает ему дорогу в будущее. Печать саманных домов с помощью 3-D принтера делает возможным создавать конструкции с минимальным вредным воздействием на окружающую среду.

Необходимо только модифицировать глинистый грунт и подобрать наполнители с учётом требований прохождения раствора по трубопроводам принтера и выдавливания через сопло печатающей головки.

Осенью 2018 года в Италии был построен дом площадью в 30 м². Его особенность в том, что для его создания использовался 3D-принтер, который в буквальном смысле напечатал стены дома. Для печати дома были использованы натуральные смеси, в состав которых входила и почва с места строительства. В качестве утеплителя использовались солома и шелуха, которые остаются после сбора и очистки урожая риса. Итальянский производитель 3D-принтеров компания WASP совместно с архитектурной фирмой Mario Cucinella Architects (MCA) приступили к созданию инновационной модели дома из глиняной смеси с помощью 3D-печати. Строительный материал очень напоминает древний саман, то есть смесь глинистого грунта, соломы и песка. Состав для печати создали сотрудники компании Rice House, которая занимается вторичной переработкой сельскохозяйственных отходов. Раствор для 3D-принтера состоит на 25 % из местной почвы (глины и песка), на 40 % из соломы, на 25 % из рисовой шелухи и на 10 % из гидравлической извести. Все ингредиенты помещаются в специальный смеситель, где превращаются в однородную массу, которую принтер использует в качестве «чернил». В отличие от других компаний,

которые развиваются в сторону строительства из цементных смесей, глава WASP Массимо Моретти выбрал намеренно глину, а не бетон. Во-первых, ее можно найти где угодно под ногами почти в любой местности, и не придется тратить деньги на перевозку. Во-вторых, глина - природный материал, который никак не влияет на окружающую среду, и ее можно будет при желании вторично переработать. Стоимость дома с площадью в 30 м² будет составлять приблизительно 1000 долларов. А построить его смогут всего два человека за 100 часов. Система принтера была разработана таким образом, чтобы его быстро могли смонтировать и разобрать два человека за два часа, что позволяет не тратить существенную часть бюджета на большое количество работников.

В условиях России можно немного откорректировать состав разработанной итальянцами смеси: 25% глины, 40% измельчённой соломы озимой пшеницы или озимой ржи, 25% полеры и 10% извести. Полова (мякина) представляет собой отходы при обмолоте и очистке зерна хлебных злаков. Состоит из мелких, легко опадающих частей колосовых растений, вроде обломков колосьев, цветочных и кроющихся пленок колосков, обрывков, стеблей и пр. Можно провести исследование свойств саманного раствора с разными вариациями полеры: пшеничной, ржаной, ячменной, овсяной и их смесей. А также исследовать влияние на свойства самана различных пластификаторов, таких как жидкое стекло, костный клей, казеин, молочная сыворотка, патока, крахмал и другие. Введение в состав 10% известкового раствора позволит модифицировать глинистый грунт, с целью увеличивать прочность самана с течением времени. Такой опыт уже есть и подтверждён на практике.

Для уменьшения веса стен при сохранении достаточно большой толщины нужно спроектировать сложные многопустотные контуры внутри стен. Такой подход позволит улучшить показатели теплосбережения, теплоизоляции и естественной вентиляции. Сочетание аддитивных технологий и натуральных материалов делает саманный дом новой, современной архитектурной моделью, готовой к использованию как на внутреннем рынке, так и к экспорту во все страны мира.

В сравнении с другими строительными материалами: (кирпич, бетон, древесина) саман обладает целым рядом неоспоримых преимуществ.

Абсолютная экологичность. Все компоненты самана природные материалы. По экологичности с саманом может конкурировать только древесина, но она проигрывает по пожаробезопасности.

Огнестойкость, пожаробезопасность. Глина не горит и не даёт гореть волокнистым наполнителям.

Экономичность. Практически все материалы можно получить бесплатно или приобрести по минимальной цене.

Долговечность. На юге России и в Украине после фашистской оккупации во время Великой Отечественной войны большая часть жилья была разрушена. Люди начали строить себе дома из самана зачастую даже без фундамента. Тогда вопрос обеспечения жильём нужно было решать в срочном порядке. Соответственно, технологический процесс шёл с многочисленными нарушениями. Но прошло более 70 лет, а эти дома ещё стоят и будут стоять. При соблюдении же технологии производства самана и технологии строительства, саманные сооружения могут служить веками. На сегодняшний день в разных странах Европы, в частности в Великобритании, можно найти множество жилых домов из самана, которым уже более 500 лет. Старинная английская поговорка гласит: "Дайте саманному дому хорошие сапоги и шляпу и он простоит столетия" [2]. А существующим ныне элементам культовых сооружений из самана в Египте уже более 3200 и более лет.

Звукоизоляция. Саманные стены обладают хорошей звукоизоляцией, отлично защищают жителей от уличного шума.

Микроклимат. В помещениях из самана всегда поддерживается комфортный микроклимат. Главная причина этому – высокая гигроскопичность материала. Как только в доме растёт уровень влажности, саманная поверхность впитывает излишки, аккумулируя воду внутри себя. В жаркие дни созданные запасы влаги выталкиваются в воздух. Такие стены способны успешно заменять установки для кондиционирования и увлажнения воздуха.

К недостаткам самана можно отнести низкую влагостойкость. Саманные дома категорически не рекомендуется строить в местностях, подверженных систематическим сильным наводнениям.

В статье рассмотрены лишь некоторые особенности структуры, состава и свойств самана как раствора для 3-D печати. Использование 3D-принтера с саманным раствором разрешает начать процесс строительства прямо на месте, используя при этом подручные материалы. Это позволяет свести их стоимость к нулю, делая постройки рентабельными и выгодными с экономической точки зрения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Минке Г. Глинобетон и его применение. / Пер. с нем. Калининград.: Янтарный сказ, 2004. 228 с.
2. Эванс Я. Дом из самана. Философия и практика./ Майкл Дж.Смит, Линда Смайли. Пер. с англ. ОО Рідна Земля. Киев.: 2008. 348 с.

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ЛАЗЕРНОЙ ПРЕЦИЗИОННОЙ МИКРООБРАБОТКИ МАТЕРИАЛОВ

М.С. Тюник, А.В. Смирнова, Т.Д. Стоянова

Научный руководитель - **Т.Д. Стоянова**, старший
преподаватель

Ярославский государственный технический университет

Рассматриваются основные свойства импульсных лазеров на парах меди (ЛПМ). На основании этих свойств и последних достижений российских учёных предлагаются перспективные направления лазерной прецизионной микрообработки материалов.

***Ключевые слова:** лазер, лазерная прецизионная микрообработка, импульсные лазеры на парах меди (ЛПМ), метод прямой прошивки, скрайбирование.*

PROMISING DIRECTIONS OF LASER PRECISION MICRO-PROCESSING OF MATERIALS

M.S. Tyunik, A.V. Smirnova, T.D. Stoyanova

Scientific Supervisor - **T.D. Stoyanova**, Senior Lecturer

Yaroslavl State Technical University

The main properties of copper vapor pulse lasers (LPM) are considered. Based on these properties and the latest achievements of Russian scientists, promising directions of laser precision micro-processing of materials are proposed.

***Keywords:** laser, laser precision micro-processing, pulsed copper vapor lasers (LPM), direct firmware method, scribing.*

Лазер - это генератор когерентного электромагнитного излучения в видимом диапазоне длин волн, основанный на использовании индуцированных переходов. Слово «LASER» - это аббревиатура: Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation. Точный перевод: усиление света посредством стимулированной эмиссии излучения.

В зависимости от вида активной среды резонатора все многообразие лазерных установок делится на группы:

- 1) Твердотельные лазеры: рубиновый, неодимовый.
- 2) Газовые: CO₂ - лазер.
- 3) Жидкостные: органические и неорганические.
- 4) На парах металлов: чаще применяются установки, работающие на парах меди и золота.
- 5) Полупроводниковые.

Лазерная прецизионная микрообработка материалов является быстроразвивающейся областью применения лазеров. Она используется для особовысокоточного воздействия лазерного излучения на обрабатываемые материалы и изделия. Чаще всего, она производится лазерным излучением, сфокусированным в луч диаметром менее $25 \cdot 10^{-6}$ м. В этих условиях толщина обрабатываемого материала или слоя зачастую составляет всего от 10^{-5} м до 10^{-4} м, а требуемая точность обработки и позиционирования в пределах $10 \cdot 10^{-6}$ м. Лазерная микрообработка находит применение, преимущественно, в наукоёмких отраслях производства и служит не только для разработки новых видов технологического оборудования, но и для массового, серийного производства новых видов продукции с совершенно уникальными свойствами.

В качестве источников излучения для микрообработки наиболее эффективны высокочастотные, с наносекундной, пикосекундной и фемтосекундной длительностью, малой энергией в импульсе, высоким коэффициентом поглощения, твердотельные и газовые лазеры, видимого и ультрафиолетового диапазонов. В частности, импульсные лазеры на парах меди (ЛПМ). Такие лазеры с длинами волн излучения в зеленой области спектра, наносекундной длительностью импульсов, высокими частотами повторения импульсов и низкой импульсной энергией, будучи мощными импульсными источниками когерентного излучения, являются уникальными инструментами для микрообработки.

Главные области применения лазерной микрообработки: микроэлектроника, телекоммуникации и средства связи, машиностроение, авиастроение и автомобильная промышленность, биомедицина, энергетика.

Наносекундным излучением ЛПМ с диаметром обрабатываемого светового пятна от $10 \cdot 10^{-6}$ м до $20 \cdot 10^{-6}$ м и плотностью пиковой мощности $1010 \dots 1011$ Вт/см² эффективно обрабатывать материалы толщиной не более 1 мм. Наиболее эффективно применять ЛПМ при толщинах менее 0,6 мм, когда время обработки - доли секунд, а скорость единицы и десятки мм/с, что на порядок больше по сравнению с электроэрозионной обработкой.

Качество поверхности лазерного реза и структура зоны термического воздействия металлов выше, чем при традиционных методах обработки:

- поверхность лазерного реза имеет много каналов от $10 \cdot 10^{-6}$ м до $15 \cdot 10^{-6}$ м и глубиной от $3 \cdot 10^{-6}$ м до $4 \cdot 10^{-6}$ м;
- повышение скорости и числа проходов обработки приводит к уменьшению шероховатости поверхности реза до значений менее $1 \cdot 10^{-6}$ м;
- в высокотеплопроводных металлах изменений прочностных характеристик материала в прилегающей к лазерному резу зоне не наблюдается;
- в тугоплавких металлах, в прилегающей к лазерному резу зоне, происходит незначительное упрочнение.

Излучением ЛПМ эффективно обрабатываются металлы, их сплавы, большой круг полупроводников и диэлектриков, графит и композиционные материалы толщиной от 0,01 до 1,0 мм.

Статистические данные изготовления прецизионных деталей показали ряд существенных преимуществ перед традиционными способами, включая и электроэрозионную обработку, особенно деталей сложных конфигураций.

На сегодняшний день разрабатываются восемь основных перспективных направлений развития лазерной микрообработки материалов изделий электронной техники наносекундным излучением ЛПМ: сверление микроотверстий методом прямой прошивки, контурная прецизионная резка, скрайбирование, раскрой припоев, обработка пленочных покрытий, поверхностная очистка деталей, маркировка и гравировка с высоким разрешением, формирование изображений в объеме прозрачных сред.

В настоящее время изготавливаются тысячи видов плоских и объёмных прецизионных деталей из различных материалов простой и сложной конфигураций со скоростью обработки от 0,5 до 5,0 мм/с толщиной от 0,01 до 1,0 мм и производится оптимальный раскрой припоев от $20 \cdot 10^{-6}$ м до $50 \cdot 10^{-6}$ м со скоростью около 15 мм/с. С максимально возможной на сегодняшний день производительностью от 5 до 15 мм/с вырезаются диски и чипы из искусственного поликристаллического алмаза, сапфира и кремния толщиной до 1,5 мм.

Учёные всего мира ведут интенсивные исследования возможностей лазера. Это настоящая гонка с жёсткой конкуренцией. Эта конкуренция даёт мощнейшие импульсы, позволяющие делать революционные открытия. Вместе с тем, учёные разных стран работают и в сотрудничестве, делятся своими наработками, ведут параллельные исследования.

Лазерная микрообработка - быстрорастущий рынок, вытесняющий традиционные процессы, и открывающий новые области применения, революционизировала микроэлектронику, производство медицинских приборов, полупроводниковую и многие другие промышленности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Григорьянц А.Г.* Лазерная прецизионная обработка материалов /А.Г. Григорьянц, М.А. Казарян, Н.А. Лябин. М.: ФИЗМАТЛИТ, 2017. 416 с.
2. *Парфенов В.А.* Лазерная микрообработка материалов: Учеб. пособие. СПб.: Изд-во СПбГЭТУ «ЛЭТИ», 2011. 59 с.
3. <http://лазер.рф/>

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ УПРОЧНЕНИЯ ПРИ ЗАКАЛКЕ ТВЕРДЫХ СПЛАВОВ НА ОСНОВЕ КАРБИДА ВОЛЬФРАМА

Р.О. Хватов, В.А. Алов

Научный руководитель – **В.А. Алов**, канд. техн. наук, доцент

Ярославский государственный технический университет

Взамен индустриального масла в качестве охлаждающей среды используется 8-12 % водный раствор натрий-железосодержащей соли полиакриловой кислоты, который повышает эксплуатационную стойкость инструмента.

Ключевые слова: твёрдые сплавы, карбид вольфрама, водный раствор, повышение эксплуатационной стойкости

IMPROVEMENT OF HARDENING EFFICIENCY AT HARDENING OF HARD ALLOYS ON THE BASIS OF WOLFRAM CARBIDE

R.O. Khvatov, V.A. Alov

Scientific Supervisor - **V.A. Alov**, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor

Yaroslavl State Technical University

Instead of industrial oil, an 8-12% aqueous solution of sodium-iron-containing polyacrylic acid salt is used as a cooling medium, which increases the operational stability of the tool.

Keywords: hard alloys, wolfram carbide, aqueous solution, increased durability

В настоящее время применяется закалка твердого сплава на основе карбида вольфрама, нагретого выше 1100 °С, и его охлаждение происходит в индустриальном масле И-20А или И-40А при температуре 40 °С [1]. При этом закалка в масле твердого сплава способствует повышению его твердости.

Закалке в индустриальном масле имеет следующие недостатки:

1) Достаточно высокая стоимость;

2) Появляется необходимость в регулярном обновлении, так как масла имеют свойство стареть и загустевать при использовании;

3) Ухудшается экологическая обстановка;

4) Масла могут легко воспламеняться.

В работе [2] в качестве закалочной среды предлагается использовать 8-12 % водный раствор натрий-железосодержащей соли полиакриловой кислоты. Закалка в полимере твёрдого сплава даёт дополнительное растворение вольфрама, которое повышает твёрдость изделия. В процессе закалки в водном растворе натрий-железосодержащей соли полиакриловой кислоты размер зерна становится меньше, границы зёрен получают более округлой формы.

Процесс заключается в том, что при данном способе упрочнения твёрдые вольфрамкобальтовые сплавы нагреваются до температуры выше 1100 °С и охлаждаются в водном растворе полимера.

Этот полимер нетоксичен, не горит, является не агрессивной средой, что позволяет не использовать специальные средства защиты оборудования и рабочих. Концентрация полимера определялась в сравнении с кривыми охлаждения промышленных масел и воды. Содержание полимера ПК-М 8-12 % выбрали, потому что его кривая охлаждения была максимально приближена к кривым промышленного масла.

Приготовление закалочной смеси происходит следующим образом: в чистой закалочной ванне, которая оборудована системами охлаждения, перемешивания и термометрами сопротивления или термопарой, растворяют концентрат в воде, гомогенизируют (раствор слабо помешивается сутки) и искусственно состаривают раствор.

Закалка вольфрамкобальтовых сплавов заключается в нагреве детали до 1160 °С и охлаждении в водном растворе при температуре 20 °С. Время выдержки зависит от самой детали, промывка не требуется. После закалки твёрдость может достигать 86-92 HRA.

Использование данного способа закалки твёрдого сплава обеспечивает следующие преимущества:

1) Водный раствор полимера нетоксичен;

2) Повышаются экономические показатели процесса: не требуется промывка и частая замена полимера ПК-М;

3) Стоимость состава примерно в десятки раз меньше стоимости промышленного масла;

4) Полимер в составе обладает высокой сопротивляемостью к деформации, то есть разрушению молекулы полимера под воздействием факторов окружающей среды.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Осколкова Т.Н.* Закалка как способ повышения эксплуатационной стойкости твердого сплава // Известия вузов. Черная металлургия. 2005. № 9. С. 36-37.
2. Патент Россия № 2294261, С22С 29/00, 2006.

АВТОМАТИЗАЦИЯ ЗАКАЛКИ СТАЛЬНЫХ ИЗДЕЛИЙ

Н.С. Цветков, В.А. Алов

Научный руководитель – **В.А. Алов**, канд. техн. наук, доцент

Ярославский государственный технический университет

Рассматривается способ автоматизации процесса закалки стальных изделий с использованием проходной муфельной печи.

Ключевые слова: закалка, муфельная печь, автоматизация, температура нагрева, скорость охлаждения.

AUTOMATION OF HARDENING OF STEEL PRODUCTS

N.S. Tsvetkov, V.A. Alov

Scientific Supervisor - **V.A. Alov**, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor

Yaroslavl State Technical University

A method for automating the process of hardening steel products using a continuous muffle furnace is considered.

Keywords: hardening, muffle furnace, automation, heating temperature, cooling rate.

Закалка стальных изделий представляет собой процесс нагрева до высоких температур (1300-1750 °С), выдержки с последующим охлаждением в воде, щелочной среде или на воздухе [1]. При нагреве в муфельной печи невозможно точно проконтролировать прогрев изделия до заданной температуры, скорость прогрева и соответственно время выдержки в печи. Также при последующем охлаждении изделий температура охладителя не контролируется, а при многократном помещении раскालённых изделий в охладитель его температура увеличивается, что значительно влияет на скорость охлаждения. Эти неконтролируемые параметры (время нагрева, температура нагрева, время выдержки, скорость и температура охлаждения) являются основными в процессе закалки и их контроль напрямую влияет на качество закалки. Также временной простотой муфельной печи в

высокотемпературном режиме работы значительно влияет на экономические показатели процесса закалки. Поэтому в течение последних лет все большинство предприятий модернизирует процесс закалки путем создания автоматизированных закалочных линий (рис. 1).

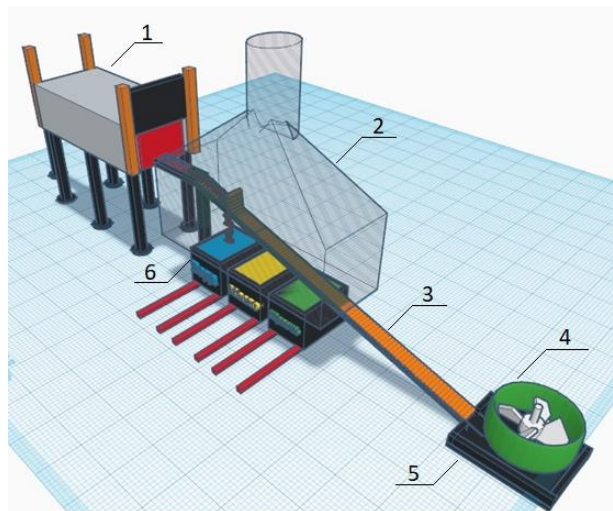


Рис. 1 . Модель автоматической линии закалки стальных изделий

- 1 - проходная муфельная печь;
- 2 - вытяжная система;
- 3 - роликовый конвейер;
- 4 - вентилятор охлаждения;
- 5 - поддон;
- 6 - емкости охлаждения

Основой автоматизации закалки является создание непрерывного технологического процесса. Для этого используют проходные муфельные печи (рис.2). Стальные изделия помещаются на шагающий конвейер, после чего оператор закалочной линии вводит параметры закалки, такие как температура закалки, среда охлаждения, площадь активной поверхности изделия, масса изделия, марка стали, исходная температура изделия, время выдержки.

На основании марки стали микроконтроллер закалочной линии устанавливает удельную теплоемкость и коэффициент теплоотдачи.

По введенным параметрам автоматически производится расчет скорости прохождения изделия необходимой для нагрева до заданной температуры и времени выдержки.

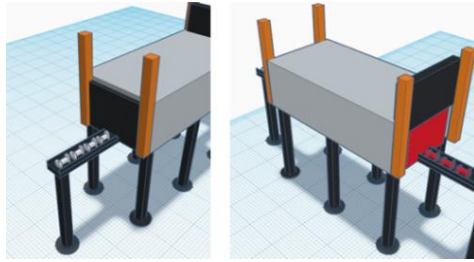


Рис. 2. Проходная муфельная печь

После прохождения муфельной печи раскалённые заготовки попадают на роликовый конвейер и под собственным весом падают в охладитель (рис. 3).

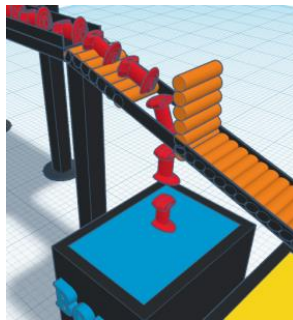


Рис. 3. Попадание заготовок в охладитель

Роликовый конвейер (рис.1, точка 3) имеет открывающиеся створки, оснащенные пневмоприводом. Створки расположены над каждым охладителем и открываются автоматически в соответствии с введенной средой охлаждения. Количество попавших в охладитель заготовок контролируется фотодатчиком, установленным на входе в охладитель. Таким образом, на линии могут одновременно закаливаться изделия с разными средами охлаждения.

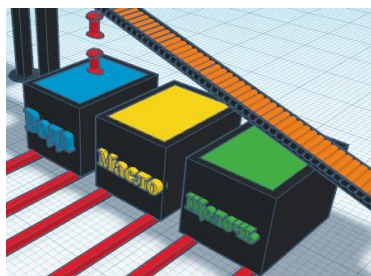


Рис. 4. Емкости охлаждения

Емкости сред охлаждения (рис. 4) имеют систему контроля температуры охладителя. При нагреве охладителя по сигналу с датчика температуры, запускается циркулярный насос, прогоняющий жидкость через радиатор охлаждения.

Если требуется охлаждение на воздухе, все створки роликового конвейера закрыты, деталь под собственным весом скатается в поддон (рис. 5). По сигналу с фотодатчика, установленного на входе в поддон, включается вентилятор, которым регулируется скорость охлаждения на воздухе.

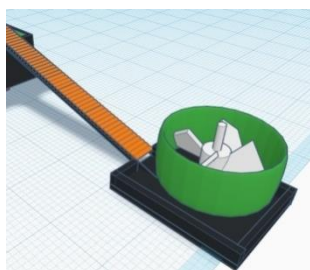


Рис. 5. Охлаждение на воздухе

Над емкостями охлаждения установлена вытяжная система, которая включается по сигналу с фотодатчика на охладителе. Вытяжная система удаляет пары, образующиеся в процессе охлаждения изделий.

Стальные изделия, закаленные данным способом, имеют требуемую микроструктуру, также снижены энергозатраты и увеличена производительность закалки.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Новиков И.И. Теория термической обработки металлов / И.И.Новиков. М.: Металлургия, 1986. 392 с.

СЕКЦИЯ «ИНЖЕНЕРНО-ПЕДАГОГИЧЕСКОЕ ОБРАЗОВАНИЕ»

УДК 379.81

ДОПОЛНИТЕЛЬНОЕ ОБРАЗОВАНИЕ ЭКОЛОГО- БИОЛОГИЧЕСКОЙ НАПРАВЛЕННОСТИ В ЯРОСЛАВЛЕ

А.В. Андреева, Н.О. Герасимова

Научный руководитель – **Н.О. Герасимова**,
ст. преподаватель

Ярославский государственный технический университет

Рассматривается необходимость в формировании эколого-биологических знаний у обучающихся начального школьного звена и возможности получения дополнительного образования в городе Ярославле.

Ключевые слова: дополнительное образование, материально-техническое обеспечение и оснащённость образовательного процесса, зоопарк.

ADDITIONAL EDUCATION OF ECOLOGICAL AND BIOLOGICAL DIRECTION IN YAROSLAVL

A.V. Andreeva, N.O. Gerasimova

Scientific Supervisor - **N.O. Gerasimova**, Senior Lecturer

Yaroslavl State Technical University

The need for the formation of ecological and biological knowledge among primary school students and the possibility of obtaining additional education in the city of Yaroslavl is considered.

Keywords: additional education, material and technical support and equipment of the educational process, zoo.

Окружающий нас мир — это удивительный и сложный механизм, в регуляции которого огромная роль отведена живым организмам. Любой организм, от беспозвоночного до человека, является важной составляющей живой природы. При изъятии, из чётко отлаженной системы, любого

звена, наступают последствия для нашей планеты. От человека напрямую зависит биоразнообразие, поэтому существует необходимость в формировании эколого-биологических знаний для поддержания равновесия среди живого на Земле. В связи с этим возникает необходимость воспитания эколого-биологической культуры населения.

Зоопарк – это учреждение для содержания животных в неволе с целью их демонстрации, сохранения, воспроизводства и изучения, в том числе и научного. Именно из-за уникальности учреждения, возможно создание условий для развития не только интеллектуальных и нравственных качеств воспитанников, но и развитие творческих способностей детей через разнообразие практической деятельности на занятиях.

Обучение определяет практически всю деятельность ребенка. Развитие учебной деятельности будет продолжаться на протяжении всех лет школьной жизни, но основы закладываются в первые годы обучения.

В Москве и Санкт-Петербурге десятилетиями ведется кружковая деятельность на базе зоопарков. Программы данных занятий рассчитаны на обучающихся среднего школьного звена. Данная деятельность закладывает не только эколого-биологические знания, но и даёт почву для самоопределения, ведь как показывает практика, многие участники таких кружков в дальнейшем связывают свою жизнь с живой природой.

В Ярославле есть и альтернативные программы на базе учреждений дополнительного образования, например, ярославский юннатский центр «Радуга» и дом творчества Красноперекоского района. Материально-техническое обеспечение и оснащённость образовательного процесса в учреждениях города Ярославля соответствуют нормам. Программы рассчитаны на обучающихся начальной школы, что является положительным аспектом, так как дети с младшего школьного возраста способны осознавать многие взаимосвязи в природе, выделять основные понятия, вычленять признаки явлений и делать простые выводы. Но, зачастую их знания формируются стихийно благодаря телевизору и Интернету, полноценные же понятия могут сформироваться лишь в процессе организованных занятий.

В ярославском зоопарке, что немало важно, предоставляется возможность посещения занятий *инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья* в отличие от ярославского юннатского центра «Радуга» и дома творчества Красноперекоского района.

Изучив возможности данных учреждений можно сказать, что зоопарк обладает более широкой базой, для наблюдений и исследований, благодаря большому разнообразию живых объектов, лабораторному оборудованию (микроскопы, электронный микроскоп с возможностью подключения к компьютеру, питательная среда для опытов, чашки Петри, коллекция микропрепаратов, луны и др.).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Государственное автономное учреждение города Москвы "Московский государственный зоологический парк" [Электронный ресурс] // Официальный сайт: [сайт]. URL: <https://moscowzoo.ru/> .
2. Муниципальное автономное учреждение города Ярославля "Ярославский зоопарк" [Электронный ресурс] // Официальный сайт: [сайт]. URL: <https://yar-zoo.ru/>
3. Муниципальное образовательное учреждение дополнительного образования «Дом творчества красноперекопского района» [Электронный ресурс] // Официальный сайт: [сайт]. URL: <https://ddt.edu.yar.ru/> .
4. Муниципальное образовательное учреждение дополнительного образования Ярославский юннатский центр «Радуга» [Электронный ресурс] // Официальный сайт: [сайт]. URL: <https://stun.edu.yar.ru/> .
5. Санкт-Петербургское государственное унитарное предприятие "Ленинградский зоологический парк" [Электронный ресурс] // Официальный сайт: [сайт]. URL: <http://www.spbzoo.ru/> .

НАРУШЕНИЯ ДЕТСКОЙ РЕЧИ

А.О. Басалова

Научный руководитель – **В.Ф. Шевчук**, д-р пед. наук,
профессор

Ярославский государственный технический университет

Актуальной проблемой современности являются нарушения в развитии детской речи, имеющие серьезные последствия в перспективе. В статье рассматриваются основные виды нарушений, дан анализ их причин и механизмов возникновения. Проведен обзор современных подходов к оказанию логопедической помощи детям дошкольного возраста с различными нарушениями в речи.

Ключевые слова: нарушения, дети, речь.

VIOLATION OF THE NURSERY SPEECH

A.O. Basalova

Scientific Supervisor – **V.F. Shevchuk**, Doctor of Pedagogical
Sciences, Professor

Yaroslavl State Technical University

Actual problems of our time are violations in the development of children's speech, which have serious consequences in the future. The article considers the main types of violations, analyzes their causes and mechanisms of occurrence. A review of modern approaches to the provision of speech therapy for children of preschool age with various speech impairments is carried out.

Keywords: violations, children, speech.

Нарушения в развитии детской речи – большая проблема: 25 % детей в России страдают различными нарушениями речи. [1] Согласно клинико-педагогической классификации в нарушениях речи выделяют 11 форм. Из них, девять нарушений устной речи, это дисфония, тахилалия, брадилалия, заикание, дислалия, дизартрия, ринолалия, алалия и афазия; и два нарушения письменной речи - дисграфия и дислалия. Необходимо также отметить и детей, имеющих ведущее правое полушарие. Известно, что леворукие дети имеют некоторые особенности в развитии. У них отмечается ранимость и тревожность. У некоторых детей своеобразное развитие устной речи. После долгого молчания или лепета, они могут говорить сразу оформленными фразами, примерно к трем годам. Как правило,

эти дети не могут контролировать правильность своей речи. Также могут возникнуть проблемы в грамматике и подборе слов.

Практическая деятельность логопедов показывает, что число детей, которые приходят с различными нарушениями не уменьшается. Из практики: в одном из садов города Ярославля из группы, численностью 19-28 человек, большинство попадают в логопедическую группу. В группе, среди 19 детей один ребенок имеет логоневроз, один ребенок имеет онр II уровня, один ребенок имеет запинки речи. У 15 детей наблюдается онр III уровня. Со многими из этих детей логопед работает в паре с психологом. Так как у детей часто наблюдаются сдвиг, а также проблемы в эмоционально-волевой сфере. Стоит отметить, что работать психолог может с детьми в том случае, когда это прописано в заключении пмпк. Также практика показывает, что в случае отсутствия рекомендаций со стороны комиссии, для работы психолога, родители таких детей, сами – в индивидуальном порядке обращаются к штатному психологу. Комплексное медико-психолого-педагогическое воздействие очень важно при устранении всех сложных речевых нарушений, но особо значимым оно является при устранении дизартрии, заикании, алалии и афазии. При обнаружении проблем в развитии речи ребенка в дошкольном возрасте, также необходимо пройти консультацию невролога. В ряде случаев, когда речь до трех лет отсутствует, необходимо медикаментозное лечение, которое помогает ребенку заговорить, и в работе логопеда нет необходимости. Такая практика может иметь успех, только в случае своевременного обращения родителей к специалистам.

Позднее обращение к специалистам ведет за собой некоторые последствия. Например, проблемы у детей с нарушениями в речи дошкольного возраста могут усугубиться такими факторами, как нарушенные личностные качества (замкнутость, неуверенность в себе из-за непонимания сверстниками его речи, в соответствии плохим контактом в играх). Также у таких детей наблюдается слабо развитая мелкая моторика рук. Освоение программы дошкольного образования также вызывает трудности. В школьном возрасте у детей, получивших помощь логопеда несвоевременно, можно наблюдать дислексию и дисграфию.

При коррекционно-развивающей работе с детьми с речевыми расстройствами в пять-шесть лет, упускается сензитивный период развития речи, игнорируется огромное значение раннего возраста для последующей жизни человека; то, что именно в этот период коррекционное воздействие может быть наиболее эффективным. Еще в 2005 году для младших логопедических групп была создана Программа коррекционно-развивающей работы, одобренная Северо-западным экспертным советом Министерства образования РФ и допущенная к использованию в дошкольных образовательных учреждениях Комитетом по образованию Правительства Санкт-

Петербурга. Программа рассчитана на детей младшего дошкольного возраста (от трех до четырех лет) с первым – вторым уровнями речевого развития при общем недоразвитии речи. В 2011 году была включена как составная часть в Примерную программу коррекционно-развивающей работы для детей с общим недоразвитием речи (с 3 до 7 лет), одобренную экспертным советом Академии. [3]

Несмотря на наличие специальных программ и детских садов у родителей сохраняется «ожидание самоизлечения». Согласно исследованию, проведенному в 2014 году в Луганском государственном медицинском университете, «Изучение факторов риска возникновения нарушений речевого развития у детей дошкольного возраста», около половины родителей детей с нарушениями речи (49,6 %) обратились за помощью впервые в возрасте от 3 до 4 лет и только чуть более четверти детей (27,6 %) в возрасте до 3 лет; оставшаяся четверть детей с нарушениям речи обратились поздно – после 4 и 5 лет, когда реабилитационный потенциал ребенка значительно ограничивается.

Однако на 2017 год, по словам доцента кафедры логопедии МПГУ, кандидата педагогических наук Марины Любимовой, «Родители хотят знать, правильно ли развивается речь ребенка, нет ли отклонений. Сейчас увеличивается количество таких родителей». [2]

В итоге исследования можно сделать вывод, что проблема является актуальной. В одной из социальных сетей был проведен опрос родителей по тематике «Нужен ли Вам справочник (методическое пособие) о нарушениях речи у детей дошкольного возраста?». Охват респондентов составил 74 чел. Обработка результатов показала, что 99% опрошенных ответили утвердительно. Одна семья внесла корректировку в содержание необходимой литературы, а именно профилактику нарушений речи детей дошкольного возраста. Становиться понятным, что современные родители нуждаются в качественной информационной помощи. Где будет доступно описано, как и когда необходимо контролировать развитие речи детей именно родителям, чтобы вовремя обратиться к специалистам, и не упустить возможность оказания ранней помощи.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Около 25% детей в России страдают задержкой речевого развития [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://regnum.ru/news/society/2247952.html>
2. Эксперт рассказал о росте в РФ числа детей, нуждающихся в помощи логопеда [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://sn.ria.ru/20171114/1508750706.html>
3. Макаров И.В. Нарушения речевого развития у детей [Электронный ресурс]. И.В. Макаров // КиберЛенинка. Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/narusheniya-rechevogo-razvitiya-u-detey>

ПРОБЛЕМЫ БЕСПРИЗОРНОСТИ И БЕЗНАДЗОРНОСТИ НЕСОВЕРШЕННОЛЕТНИХ В РОССИИ

А.М. Блинов

Научный руководитель – **В.Ф. Шевчук**, д-р пед. наук,
профессор

Ярославский государственный технический университет

В данной статье рассматриваются понятия безнадзорность и беспризорность несовершеннолетних, причины их возникновения, важность борьбы с этими явлениями, субъекты общества, которые должны решать эти проблемы.

Ключевые слова: беспризорность, безнадзорность, семья, школа, государство.

PROBLEMS OF HOMELESSNESS AND NEGLECT MINORS IN RUSSIA

A.M. Blinov

Scientific Supervisor - **V.F. Shevchuk**, Doctor of Pedagogical
Sciences, Professor

Yaroslavl State Technical University

This article examines the concepts of neglect and homelessness of minors, the causes of their occurrence, the importance of combating these phenomena, and the subjects of society that should solve these problems.

Keywords: homelessness, neglect, family, school, state.

На современном этапе Российская Федерация выступает в качестве одной из самых развитых стран. Но как в любой стране у нее существуют свои проблемы, одной из которых, на продолжительном промежутке времени, остается детская безнадзорность и беспризорность. Эта проблема особо назрела после Великой октябрьской социалистической революции и Гражданской войны, после которой очень много детей остались без родителей. Так по статистике в 1921 году в Советской России насчитывалось 4500000 беспризорников, в 1922 году их было 7 млн. Таких детей собрали и разместили в концентрационных лагерях, которые 19 мая 1922 года

назвали Всемирная пионерская организация им. В.И.Ленина. [5, с.139] После Второй мировой войны эта проблема возникла в СССР, Германии и др. странах Европы. В настоящее время эта проблема по-прежнему остается нерешенной, а, следовательно, актуальной.

Важнейшим фактором безнадзорности и беспризорности несовершеннолетних является условие семейного воспитания. Исследования, проводимые отечественными учеными, позволяют определить модель родительской семьи, где дети встают на путь асоциального поведения:

- наличие в семье безработных;
- низкий уровень благосостояния;
- деструктивные взаимные отношения между членами семьи;
- нестабильный брак или родители в разводе;
- частые социальные контакты членов семьи с носителями асоциальных форм поведения.
- наличие в семье членов с асоциальным поведением.

Таким образом, ее стремительному росту способствуют конфликтная обстановка в семьях, отсутствие нравственного воспитания, переосмысление ценностей современного общества, бедность, отсутствие должного внимания к детям, жестокое обращение с детьми, безработица и низкий уровень образования. [2, с.35]

А также, мы считаем, что есть еще причины безнадзорности, но уже в благополучных семьях, когда ребенок занимался бы чем угодно, лишь бы не мешал родителям:

- компьютерные игры;
- социальные сети;
- Интернет.

Где образованием и воспитанием детей занимаются не родители, а некая бесконтрольная внешняя сила. А в итоге это может приводить все к появлению таких социально опасных явлений как проституция, наркомания, токсикомания, алкоголизм и т. д.

Из всего вышесказанного, можно сделать вывод, что главной причиной высокого роста беспризорности и безнадзорности является ослабление семьи как социального института, в котором закладываются основы нравственности. Многие люди забывают, что семья - это основной социальный институт развития ребенка.

Необходимо четко разделить понятия беспризорность и безнадзорность. В Федеральном законе «Об основах системы профилактики безнадзорности и правонарушений несовершеннолетних» от 24 июня 1999 г № 120-ФЗ дается их определение. К первому относится “несовершеннолетний, контроль за поведением которого отсутствует вследствие неисполне-

ния или ненадлежащего исполнения обязанностей по его воспитанию, обучению и (или) содержанию со стороны родителей или законных представителей либо должностных лиц”. А беспризорный как безнадзорный, не имеющий места жительства и (или) места пребывания”. [1] Получается, что беспризорный и есть безнадзорный, тогда как между этими терминами существуют серьезные, принципиальные различия, и, соответственно, они отражают неодинаковую социальную болезнь, требующую разного диагноза, т.е. использования неодинаковых терминов как средств “лечения” так называемой социальной болезни. Из предлагаемого определения следует, что безнадзорность есть результат отсутствия как по объективным, так и по субъективным причинам неисполнения родительских обязанностей. Другими словами, недосмотр со стороны родителей за поведением своих детей. Причиной такого недосмотра в некоторых случаях может стать попадание некоторых несовершеннолетних в число беспризорных, в корне отличающихся от безнадзорных. Внешняя схожесть рассматриваемых терминов не означает их сходства по своей сути. Оказавшиеся без соответствующего надзора со стороны родителей несовершеннолетние, количество которых не поддается определению, – проблема сугубо педагогическая и разрешается прежде всего благодаря соблюдению правил педагогики. На этот счет существует множество рекомендаций педагогического свойства, предназначенных для родителей, лиц, их замещающих, воспитателей, педагогов.

Другое дело – беспризорность, которая изучалась не только в 20-е годы прошлого века. Она стала предметом внимания и много позже. Еще в 80-е годы независимая комиссия по международным гуманитарным вопросам считала беспризорность феноменом, социальной болезнью, глубоко затрагивающей суть отношений в обществе, а также правительственной политики.[4, с. 94] Столь серьезный вывод объясняется тем, что несовершеннолетний беспризорник существует там, где человек жить не может (на необитаемых чердаках, подвалах, в канализационных трубах и т.д.). Средства к жизни беспризорник добывает доступным для себя способом (на свалках, помойках) или путем краж. Для беспризорника характерно полное прекращение всякой связи с родителями, родственниками, прежними друзьями и, главное, с обществом, отчего он находится в социальном вакууме. Поэтому для него не существуют никакие законы, предназначенные для всех граждан. Живут они по своим неписаным законам и того коллектива, в который они попадают, где свои авторитеты, своя мораль, своя правда. Все это, вместе взятое, превращает беспризорника в источник опасности для общества, тем более что его жизненные цели смещаются в сторону психологии комфорта, сиюминутных удовольствий

наживы. А усваивать более сложные формы социального поведения беспризорный уже не способен. В результате наступает деградация личности несовершеннолетнего, которого теряет не только семья, но и общество.

Отличает беспризорность как опасное социальное явление и то обстоятельство, что борьба с беспризорностью находится в исключительном ведении карательных и надзирающих органов внутренних дел. Все перечисленные признаки беспризорности чаще всего существуют в совокупности.

Таким образом, налицо явно несоответствующие по своей сути термины, хотя между ними есть очевидная связь: начальной стадии такой социальной болезни, как беспризорность, может послужить безнадзорность, тем более что некоторые признаки беспризорности и безнадзорности внешне схожи.

Жизнь беспризорных и безнадзорных детей оборачивается тяжелыми для них и общества последствиями. Чем больше стаж такой жизни, тем более деформируется личность. Отмечается рост насильственных и корыстных правонарушений, преступность несовершеннолетних приобретает все более организованный и групповой характер. Почти каждое третье правонарушение совершается неработающими и не обучающимися подростками.

Одним из наиболее сильных факторов безнадзорности и беспризорности является нарушение прав детей в следующих областях:

- области образования (среди причин, по которым дети и подростки покидают школу, можно выделить следующие: отсутствие интереса к учебе, неуспеваемость, плохое поведение, физическое и моральное насилие учителей, проблемы со здоровьем, формирование у части учащихся отрицательного опыта учебы, «скрытый отсев», неподготовленность школы к работе с «проблемными» детьми);

- оздоровления.

Вследствие совокупности всех этих проявлений дети из числа беспризорных часто становятся жертвами организационных преступных группировок и насильно вовлекаются в деяния, которые причиняют вред их духовному, нравственному и психическому развитию. Многие из таких мероприятий имеют непристойный или откровенно сексуальный характер сферы интимных услуг (секс-бизнес, проституция и используются в съемках порнофильмов), нарушают духовно-нравственные нормы общества. Проанализировав исследования центров по работе с беспризорностью детей, нами был сделан вывод о том, что все беспризорные и безнадзорные дети происходят из неблагополучных семей. А основная причина появления таких семей, это злостное уклонение родителей от своих обязанностей, а в результате этого лишение их родительских прав.

Так же проведенный нами анализ социальных проблем выявил, что ежегодно количество детей, родители которых лишены и ограничены в родительских правах растет очень стремительно. Уход ребенка из дома и семьи чаще всего связан с физическим или психологическим насилием над его личностью. Чаще всего могут быть следующие проявления:

- лишение еды;
- избиение;
- изнасилование;
- оскорбление;
- принуждение к чему-либо.

В общем итоге, личные неудачи родителей, становятся причиной крушения их жизненных планов, пьянства и наркомании. Чувства обиды родителей, разочарования и бессилия изменить положение в семье переносятся на детей. Как правило, дети становятся для родителей объектом для негативной эмоциональной разрядки. И, тем не менее, несмотря на свое безнадзорное детство, семья остается важной ценностью для подростка. По результатам опросов ответы безнадзорных и беспризорных детей свидетельствуют о том, что более трети детей назвали желания, связанные с семьей: «Вернуться домой», «Чтобы мама не била», «Чтобы родители не бросали своих детей», «Чтобы брат не был таким, как я», «Чтобы мама и папа не пили», «Чтобы мама была со мной», «Чтобы ко мне хорошо относились близкие». Следовательно, ребенок сохраняет доверие к родителям и родственникам и надежду получить помощь в трудных ситуациях. Условия жизни в семье, естественно, влияют на характер детей, их отношения с окружающими, образ жизни. Усвоение подростками отрицательного образа жизни своих родителей происходит с самого раннего возраста.

Таким образом, видно, что данная проблема давно перешла на новый уровень своего развития, и характеризуется масштабами государства и должна решаться незамедлительно, а для этого необходимо ее полное переосмысление и выявление причин ее возникновения и развития. А также, необходимо привлечь к ее решению все субъекты общества, такие как:

- государственных структур;
- социальных работников;
- ученых и общественные организации;
- семья.

Беспризорность и безнадзорность детей, прежде всего, опасна для государства тем, что она затрагивает, основной ресурс, который не имеет постоянного источника восстановления, и имеет отрицательную динамику при его нарушении. Дети - это будущее государства его социальный фундамент. А для ее нормального развития и процветания необходимо сосредоточить внимание государственных структур на развитии семьи и других

социальных институтов путем их интеграции в систему циклического управления страной в целом. Такие преобразования должны, прежде всего, выстраиваться на основе создания благоприятных условий для детей, так как именно от них будет, зависит, достигнет ли государство своего развития в будущем. [3, с.4]

Таким образом, исходя из всего вышесказанного, мы можем сделать вывод, что детская беспризорность и безнадзорность является социальной проблемой очень давно. Государственные и общественные организации осуществляют меры по снижению уровня беспризорных и безнадзорных несовершеннолетних, а начинаться эти меры должны непосредственно с семьи, с самого раннего возраста детей.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Федеральный закон «Об основах системы профилактики безнадзорности и правонарушений несовершеннолетних» от 24 июня 1999 г № 120-ФЗ (в ред. от 26.07.2019).
2. *Абрамов В.И.* Правовая политика современного российского государства в области защиты прав детей // Государство и право. 2006. № 8. С. 33–40.
3. *Бланков А. С.* Научное обеспечение профилактики правонарушений несовершеннолетних / А.С. Бланков, В.М. Фокин // Следователь. 2008. № 2. С. 3–5.
4. *Нечаева А.М.* Еще раз о терминах // Государство и право. 2016. № 5 С 92-95.
5. *Чудаев А.К.* Краткий очерк о проблеме борьбы с детской беспризорностью и соблюдении прав ребенка в Российской Федерации // Современные тенденции развития науки и технологии. 2016. № 6-6. С. 138-147.

СОЦИАЛЬНО-КОММУНИКАТИВНОЕ РАЗВИТИЕ ДОШКОЛЬНИКОВ ЧЕРЕЗ ОЗНАКОМЛЕНИЕ С ТРУДОМ ВЗРОСЛЫХ

Н.О. Власова, Н.О. Герасимова

Научный руководитель – **Н.О. Герасимова**, ст. преподаватель

Ярославский государственный технический университет

Рассматривается роль ранней профессиональной ориентации детей в системе дошкольного образования, а также возможность их социально-коммуникативного развития. Определены результаты ознакомления дошкольников с трудом взрослых.

***Ключевые слова:** социально- коммуникативное развитие, ранняя профессиональная ориентация, дошкольный возраст.*

SOCIAL AND COMMUNICATIVE DEVELOPMENT OF PRESCHOOL CHILDREN THROUGH FAMILIARIZATION WITH THE WORK OF ADULTS

N.O. Vlasova, N.O. Gerasimova

Scientific Supervisor - **N.O. Gerasimova**, Senior Lecturer

Yaroslavl State Technical University

The article considers the role of early professional orientation of children in the preschool education system, as well as the possibility of their social and communicative development. The results of familiarization of preschool children with the work of adults are determined.

***Keywords:** social and communicative development, early professional orientation, preschool age.*

В современном мире сложилась тенденция к многообразию профессий. Это связано с развитием отраслей науки и техники, способствующих появлению новых видов деятельности и изменениями в уже существующих специальностях.

Обычно задача профессионального самоопределения появляется у старшекласников, однако готовить ребенка к этому можно уже начиная с детского дошкольного учреждения. Направление по ранней профориентации дошкольников в психологии и педагогике появилось относительно недавно. Ознакомление с трудом взрослых относится к социально – коммуникативному развитию дошкольников и входит в задачи федерального государственного образовательного стандарта дошкольного образования.

Батышев Сергей Яковлевич дал следующее определение профессиональной ориентации: это целенаправленная деятельность, связанная с формированием у подрастающего поколения профессиональных интересов и склонностей в соответствии с личными способностями, потребностью общества и пригодностью к той или иной профессии. Дошкольное детство – это сензитивный период благоприятного развития трудовых качеств и возникновения интересов к труду. Основной задачей родителей и педагогов на данном этапе является предоставление ребёнку разнообразной информации о видах профессий, чтобы в дальнейшем ему было легче сделать выбор своей трудовой деятельности.

В профессиональной ориентации дошкольников преобладает направление профессионального информирования, то есть ознакомление с профессиями в современном обществе. На данном периоде детства не возникает задачи точного выбора, кем станет ребёнок. Результатом ранней профессиональной работы является первоначальная профессиональная направленность.

Для дошкольного образовательного учреждения важно создать условия для появления определенной наглядной основы, окружающей обстановки, на которой в последующем будет базироваться дальнейшее развитие профессионального самопознания дошкольников. Эти условия включают в себя как сам педагогический процесс, необходимое оборудование, так и требования к педагогической системе, в частности к кадровому составу учебного заведения.

Работа по ранней профориентации дошкольников может быть осуществлена через совместную деятельность педагога с детьми и самостоятельную деятельность детей. В дошкольном учреждении целесообразно использовать современные технологии при работе с детьми по ознакомлению с профессиями.

К таким технологиям относят проектную деятельность, игровую педагогическую технологию и информационно – коммуникативную технологию. Таким образом, трудовое воспитание и ознакомление с профессиями у детей дошкольного возраста проходит через познавательную, продуктивную и игровую деятельность.

Результатами социально-коммуникативного развития по ознакомлению с профессиями у дошкольников являются:

- у ребёнка сформирована установка к положительному отношению к разным видам труда;
- ребенок может ориентироваться в многообразии профессий, доступных для его понимания;
- ребёнок понимает роль труда для благополучия жизни человека;
- у ребенка сформирован устойчивый познавательный интерес к миру профессий;
- ребёнок может отражать своё представление о мире профессий в разных видах деятельности.

Данные результаты социально-коммуникативного развития выступают основанием преемственности дошкольного и начального общего образования в вопросах профориентации детей.

Педагоги и родители выступают главными помощниками в профессиональном самоопределении детей. Главная их функция создать условия для разностороннего развития ребенка, чтобы у него появилась возможность найти, будучи взрослым, работу, которая будет приносить удовольствие и радость.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Антонова М.В. Ранняя профориентация как элемент социально-коммуникативного и познавательного развития детей дошкольного возраста [Текст] / М.В. Антонова, И.В. Гришняяева // Современные наукоемкие технологии. 2017. № 2. С. 93-96.
2. Кубайчук Н.П. Вопросы ранней профориентации детей дошкольного возраста [Текст] / Н.П. Кабайчук // Проблемы и перспективы развития образования: материалы VI междунар. науч. конф. (г. Пермь, апрель 2015 г.). Пермь: Меркурий, 2015. 144 с.
3. Чистякова С.Н. Оценка состояния и перспективы развития профессионального самоопределения как важнейшая составляющая воспитания и обучения подрастающего поколения в современных условиях [Текст] / С.Н. Чистякова // Приложение к журналу «Профессиональное образование. Столица». 2016. № 11. С. 22-25.

УДК 378.1:004

**АНАЛИЗ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ
ЭЛЕКТРОННО-БИБЛИОТЕЧНЫХ СИСТЕМ СТУДЕНТАМИ
ЯРОСЛАВСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО ТЕХНИЧЕСКОГО
УНИВЕРСИТЕТА**

Т.В. Ермолова, Н.О. Герасимова

Научный руководитель – **Н.О. Герасимова**,
ст. преподаватель

Ярославский государственный технический университет

В современных высших учебных заведениях все большая роль отводится электронным образовательным ресурсам. Использование данных ресурсов в учебном процессе является неотъемлемой частью информатизации сферы образования.

В статье рассматривается анализ эффективности использования электронно-библиотечных систем в учебном процессе студентами Ярославского государственного технического университета.

Ключевые слова: электронные ресурсы, электронная библиотека

**ANALYSIS OF THE USE OF ELECTRONIC LIBRARY
SYSTEMS BY STUDENTS OF YAROSLAVL STATE
TECHNICAL UNIVERSITY**

T.V. Ermolova, N.O. Gerasimova

Scientific Supervisor - **N.O. Gerasimova**, Senior Lecturer

Yaroslavl State Technical University

Electronic educational resources are increasingly important in modern higher education institutions. The use of these resources in the educational process is an integral part of the informatization of the education sector.

The article deals with the analysis of the effectiveness of using electronic library systems in the educational process by students of the Yaroslavl state technical University.

Keywords: electronic resources, electronic library.

Первостепенная задача Научно-технической библиотеки Ярославского государственного технического университета (НТБ ЯГТУ), заключается в информационном сопровождении учебного и научного процессов вуза через формирование системы электронных ресурсов и организации доступа к ним.

В соответствии с нормативно-правовой базой внедрение ЭБС обусловлено необходимостью комплектовать фонды библиотек вузов не только литературой на бумажных носителях, но и с помощью ЭБС. Закон «Об образовании Российской Федерации» и Федеральные государственные стандарты (ФГОС 3+ и ФГОС3++) предписывают библиотекам вузов иметь в фондах цифровые (электронные) библиотеки.

С 2012 года в Ярославском государственном техническом университете (ЯГТУ) используется электронная библиотечная система (ЭБС), созданная на базе трудов сотрудников ЯГТУ и ЭБС сторонних организаций.

На приобретение доступа к ЭБС сторонних организаций ежегодно тратится определённая денежная сумма, в результате чего возникает необходимость проведения анализа эффективности использования студентами данных ресурсов.

С апреля по сентябрь 2019 г. в отделах обслуживания библиотеки было проведено специальное исследование, в котором приняли участие 201 студент всех факультетов. Из них:

- заочный факультет - 39 чел.,
- химико-технологический факультет - 35 чел.,
- автомеханический факультет - 31 чел.,
- машиностроительный факультет - 29 чел.,
- инженерно-экономический факультет - 28 чел.,
- факультет дополнительного профессионального образования (ФДПО) - 17 чел.,
- институт инженеров строительства и транспорта - 12 чел.,
- институт архитектуры и дизайна - 10 чел.

Большинство участников – это студенты 1, 2 и 4 курсов.

Как показал анализ, для получения информации студенты чаще используют Интернет (178 чел.), чем обращаются в библиотеку (23 чел.).

Предпочтение электронному каталогу отдали 180 студентов, к печатному каталогу обращается 21 человек.

Анализируя ответы на вопрос: «К каким источникам информации в библиотеке, вы обращаетесь чаще?» были получены следующие результаты (разрешалось отметить несколько вариантов):

- интернет - 131 респондент;
- электронно-библиотечные системы - 101 респондент
- печатные издания (учебники, справочники, журналы) - 51 респондент;

В итоге можно сделать вывод, что в библиотеке востребованы и электронная и печатная формы учебника. 161 студент предпочитают электронные учебники и журналы, печатные издания читают 39 человек. И печатными, и электронными изданиями пользуется 151 студент.

Изучая анкеты в соответствии с критерием «Частота использования ЭБС», были получены следующие результаты:

82% опрошенных имеют личный опыт использования ЭБС. При этом 7% человек обращаются к ЭБС практически каждый день, 21% — несколько раз в неделю, 54% - несколько раз в месяц, 18% респондентов не обращались к ЭБС ни разу.

Полученный результат может быть использован для анализа подписных коллекций в ЭБС, а также для продолжения работы со студентами.

Следующий критерий – это удобство в работе с ЭБС.

Результаты распределились следующим образом:

Не могу выделить/все удобно – 61 студ.

Закладки – 9 студ.

Копирование – 11 студ.

Скачивание – 14 студ.

Круглосуточный доступ – 20 студ.

В итоге исследования можно сделать вывод, что в ЯГТУ наблюдается положительная динамика использования студентами ЭБС в процессе обучения. Это работа может быть более активной в том случае, если преподаватели будут более активно рекомендовать данные ресурсы. Так как преподаватель является главной фигурой в учебном процессе, то от его требований зависят и действия студентов.

В ходе исследования выяснилось, что не все студенты получают от преподавателей такие рекомендации. Часть опрошенных отметили, что преподаватели электронных документов не рекомендуют. В большинстве случаев ЭБС рекомендует сотрудник библиотеки.

Анализ показал, что по своим дисциплинам рекомендуют издания из ЭБС преподаватели химико-технологического, инженерно-экономического и машиностроительного факультетов. Педагоги других факультетов делают это менее активно.

Таким образом, можно сказать, что интеграция ЭБС в учебный и научный процессы в ЯГТУ продолжится, а библиотека кроме выдачи традиционных документов будет обеспечивать доступ к информационным источникам, и предоставлять студентам автоматизированные рабочие места для самостоятельной работы в своих читальных залах.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Болдырев П.А.* Анализ эффективности использования ЭБС в учебном процессе университета [Электронный ресурс] / П.А. Болдырев, И.Б. Крылов // Режим доступа: https://conference.osu.ru/assets/files/conf_info/conf11/s18.pdf
2. *Козлова Е.И.* Пространство отечественных электронных ресурсов [Электронный ресурс] / Е. И. Козлова // Библиосфера. 2017. № 4. С. 79-83 // КиберЛенинка. Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/elektronnaya-bibliotechnaya-sistema-inzhenerного-vuza>
3. *Ринчинова С.Б.* Интеграция электронных библиотечных систем в учебный процесс БФ ФГОБУ ВПО СИБГУТИ [Электронный ресурс] / С.Б. Ринчинова // КиберЛенинка. Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/integratsiya-elektronnyh-bibliotechnyh-sistem-v-uchebnyu-protsess-bf-fgobu-vpo-sibguti>
4. *Шагеева Д. И.* Опыт внедрения электронно-библиотечной системы в образовательную деятельность [Электронный ресурс] / Д. И. Шагеева // КиберЛенинка. Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/opyt-vnedreniya-elektronno-bibliotechnoy-sistemy-v-obrazovatelnuyu-deyatelnost>

ТВОРЧЕСКАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ СТУДЕНТОВ В ВУЗЕ

А.М. Ершова, Н.О. Герасимова

Научный руководитель – **Н.О. Герасимова**, старший преподаватель

Ярославский государственный технический университет

В работе рассматривается творчество, творческая деятельность, виды творческой деятельности студентов в различных вузах; проводится сравнение с Ярославским Государственным Техническим Университетом.

Ключевые слова: *творчество, творческая деятельность, виды творческой деятельности*

CREATIVE ACTIVITY OF STUDENTS AT THE UNIVERSITY

A.M. Ershova, N.O. Gerasimova

Scientific Supervisor - **N.O. Gerasimova**, Senior Lecturer

Yaroslavl State Technical University

The work deals with creativity, creative activity, types of creative activity of students in various universities; a comparison is made with Yaroslavl State Technical University.

Keywords: *creativity, creative activity, types of creative activity*

Творчество, творческая деятельность является одним из главных определителей человеческой сущности. Именно способность к творческой деятельности характеризует человека, подчеркивает превосходство и своеобразие его психики. Феномен творчества присущ исключительно человеку и очень важен как для отдельной личности, так и для общества в целом.

Виды творчества разнообразны, как и сферы деятельности. Мы анализируем самые распространённые виды творческой деятельности на примере пяти университетов мирового уровня и сравним их с ЯГТУ.

В табл. 1 указано сравнение творческой деятельности вузов разных стран мира.

Таблица 1. Сравнение творческой деятельности различных вузов

Виды творческой деятельности	Страны и университеты				
	Россия	США	Великобритания		Германия
	Московский государственный университет	Йельский университет	Оксфордский университет	Кембриджский университет	Мюнхенский технический университет
Научное творчество	+	+	+	+	+
Спорт	+	+	+	+	+
Танцы	+	+	+	+	+
Музыка	+	+	+	+	-
Изобразительное искусство	-	+	+	+	-
Литература	+	+	+	+	+
Пение	+	+	+	+	+
Фотография	+	+	+	+	-

Исходя из полученных данных можно сделать вывод о том, что самыми популярными видами творческой деятельности студентов во всем мире являются наука, спорт и танцы – 15%. Менее популярны такие творческие направления как пение, фотография, литература – 12-13%. Самым менее востребованным видом творческой деятельности оказалось изобразительное искусство – всего 7%.

В Ярославском Государственном Техническом Университете, как и в других вузах присутствуют научное творчество, спорт, танцы. Но нет таких видов творческой деятельности как литература, пение, музыка, кото-

рые являются популярными во всех мировых университетах. Если мы хотим улучшить уровень ЯГТУ, то нам необходимо организовать больше творческих направлений для студентов.

На рис. 1 указана диаграмма в процентном соотношении самых распространённых видов творчества для всех рассматриваемых нами вузов.



Рис. 1. Процентное соотношение видов творчества для всех вузов

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Ильин Е.П.* Психология творчества, креативности, одаренности. СПб.: Питер, 2009.
2. *А.Я. Пономарев.* Психология творчества. М.: Наука, 1976.

УДК 37.036.5

МЕТОДИКИ РАЗВИТИЯ ТВОРЧЕСКИХ СПОСОБНОСТЕЙ У ДЕТЕЙ В ДОШКОЛЬНОМ ВОЗРАСТЕ

Д.И. Казюлина

Научный руководитель – **А.Н. Исаев**, кандидат пед. наук,
доцент

Ярославский государственный технический университет

Рассматриваются основные методики развития творческих способностей у детей дошкольного возраста. Изучаются их комбинации и методы оценки действенности методик.

***Ключевые слова:** творческие способности, методы развития, практические методы развития творческих способностей.*

METHODS FOR THE DEVELOPMENT OF CREATIVE ABILITIES IN CHILDREN AT PRESCHOOL

D.I. Kazyulina

Scientific Supervisor – **A.N. Isaev**, Candidate of Pedagogical Sciences,
Associate Professor

Yaroslavl State Technical University

The basic methods of developing creative abilities in preschool children are considered. Their combinations and methods for assessing the effectiveness of techniques are being studied.

***Keywords:** creative abilities, development methods, practical methods for the development of creative abilities.*

Анализ проблемы развития творческих способностей во многом зависит от того, какой именно смысл вкладывать в понятие «творческие способности». Очень часто в общечеловеческом сознании творческие способности определяют, как способности к различным видам художественной деятельности, способность к рисованию, сочинению стихов, написанию музыки и т.д. А что же такое творческие способности с научной точки зрения?

Безусловно, такие способности тесно связаны с понятием «творчество» и «творческая деятельность». Под творческой деятельностью понимают такой вид деятельности, в результате которого создаётся новый продукт – предмет вещественного мира, результат мышления, новые знания или чувство, отражающее мнение о действительности.

При рассмотрении поведения человека с точки зрения видов деятельности, выделяются два основных – репродуктивный, когда человек воспроизводит то, что уже ранее было создано, и не важно берёт он это из памяти или с образца; и творческий.

Таким образом, творческие способности – это индивидуальные особенности качества человека, которые определяют успешность выполнения им творческой деятельности различного рода [1].

Развитие творческих способностей у детей – важный процесс формирования гармоничной личности. Нельзя забывать о том, что на раннем этапе развития у детей закладываются базовые представления о мире, которые лягут в основу личностных качеств и черт характера ребенка. Личность ребёнка развивается непрерывно, а не от случая к случаю, поэтому задача педагогов и родителей постоянно поддерживать среду, которая будет побуждать к творчеству.

Существует несколько методов развития творческих способностей у детей:

1) практические методы:

а) упражнения – многократное повторения ребенком практических и умственных заданных действий;

б) моделирование – процесс создания моделей и их использование;

2) наглядные методы:

с) наблюдение – рассматривание рисунков, картин, просмотр фильмов

д) словесный метод – рассказ, чтение, беседа, пересказ [2].

Одним из важнейших факторов творческого развития у детей является создание условий, способствующих формированию их творческих способностей. На основе анализа работ Дж.Смита, Б.Н. Никитина и Л. Кэррола можно выделить следующие основные условия:

1) раннее физическое развитие;

2) раннее чтение, счёт, знакомство с материалами;

3) условие максимального напряжения сил;

4) предоставление свободы выбора;

5) помощь взрослых;

6) теплая дружелюбная атмосфера в семье и коллективе.

Вышеперечисленные приёмы развития творческих способностей

очень просты и знакомы многим. Для гармоничного и постепенного развития личности ребёнка нужно обсуждать с ребёнком всё происходящее, рассказывать о животных и растениях, о мире вокруг, пробуждать в нем любознательность. Покупайте детям развивающие игрушки, фломастеры и раскраски – покажите ребёнку, как нарисовать те или иные вещи – дом или цветок, круг или квадрат. Читайте книги, слушайте музыку, но самое главное – обсуждайте с ребенком то, что услышали, увидели или нарисовали. При определении уровня развития творческих способностей обычно используются тесты и методики, разработанные Э.П. Торренсом, В. Синельниковым и В. Кудрявцевым – незаконченный рисунок, дорисовывание, методика «солнце в комнате», методика «как спасти зайку» и др. [3]. Если в детстве родители помогут ребенку заложить прочный фундамент для дальнейшего самостоятельного развития творческих способностей, будущий взрослый сможет обучаться и подстраиваться под жизненные ситуации самостоятельно. Современный мир диктует новые профессии и новый стиль жизни. В опоре на творчество и саморазвитие, человеку намного легче подстраиваться и устраивать свою жизнь и добиваться поставленных целей, следовать диктуемым миром условиям.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Березина В.Г.* Детство творческой личности / В.Г. Березина, И.Л. Викентьев, С.Ю. Модестов. СПб.: Издательство Буковского, 1994. 60 с.
2. *Кудрявцев В.* Ребёнок-дошкольник: новый подход к диагностике творческих способностей / В. Кудрявцев, В. Синельников. 1995. № 9. С. 52-59; № 10. С. 62-69.
3. *Никитин Б.* Развивающие игры. М.: Знание, 1994.

ПРОБЛЕМЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ПРОГРАММ ПОДГОТОВКИ СПЕЦИАЛИСТОВ СРЕДНЕГО ЗВЕНА

М.В. Калугина, В.Ф. Шевчук

Научный руководитель – **В.Ф. Шевчук**, д-р пед. наук, профессор

Ярославский государственный технический университет

Рассматриваются проблемы при проектировании образовательных программ подготовки специалистов среднего звена в соответствии с новым образовательным стандартом и возможные пути решения.

Ключевые слова: образовательная программа, компетентность, практико-ориентированное обучение, образовательная среда

EDUCATIONAL PROGRAMS FOR PREPARATION OF MIDDLE SPECIALISTS

M.V. Kalugina, V.F. Shevchuk

Scientific Supervisor - **V.F. Shevchuk**, Doctor of Pedagogical
Sciences, Professor

Yaroslavl State Technical University

Problems in the design of educational programs for training mid-level specialists in accordance with the new educational standard and possible solutions are considered.

Keywords: educational program, competence, practice-oriented training, educational environment

Современное мировое сообщество функционирует в условиях непрерывной глобализации.

В экономически развитом обществе спрос со стороны работодателя на неквалифицированную и полуквалифицированную рабочую силу ежегодно снижается. В докладе Европейского фонда образования и Совета Европы за последнее время неоднократно озвучивается проблема дефицита на производстве квалифицированных технических работников, работников сферы услуг и служащих.

Подготовка специалистов среднего звена осуществляется в системе среднего профессионального образования, которое обеспечивает получение массового и доступного образования, направленного на практико-ориентированных специалистов. Такие понятия как компетентность и компетенции для профессионального образования перестают быть простым дополнением к традиционным знаниям, умениям и навыкам, становятся не просто набором определенных знаний, а способностью производить определенные виды работ, выносить обоснованные суждения, реагировать на внешние факторы с принятием необходимых решений.

Целью основной профессиональной образовательной программы является развитие у обучающихся важных качеств личности, формирование общих и профессиональных компетенций в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта среднего профессионального образования (ФГОС СПО). Образовательная программа определяет цели, задачи, планируемые результаты, содержание и организацию учебного процесса на данном уровне образования.

Задачами основной профессиональной образовательной программы являются:

- создание образовательной среды, обеспечивающей все необходимые условия для получения образования и дальнейшего трудоустройства выпускников;

- обеспечение условий качественного образования, овладение компетенциями, способствующими востребованности выпускников на рынке труда;

- формирование практико-ориентированных знаний, применение современных технических средств в обучении;

- повышение культуры выпускников и развитие способности самостоятельно приобретать новые знания и умения.

В примерной образовательной программе на достаточно высоком уровне сформулированы цели, задачи, результаты, но методы и технологии не конкретизируются, что способствует формальному отношению к реализации данной программы.

Одна из сложнейших задач при введении ФГОС – разработка оценочных средств. Если в момент формирования данного документа правильно «собрать» дисциплины и выявить межпредметные связи, то оценочные средства могут стать общими для дисциплин и компетенций. Таким образом, в ходе реализации нового ФГОС процесс типизации фонда оценочных средств позволит избежать содержательных ошибок в рабочей программе по дисциплинам и модулям.

Несмотря на требование времени взаимодействие с социальными партнерами на уровне региона не отрегулировано, а главной проблемой в

процессе подготовки специалистов среднего звена является низкая инициатива установления партнерских отношений со стороны работодателя; слабая готовность работодателя принимать активное участие в процессе обучения и подготовки студентов.

В ходе реализации нового ФГОС возникает ряд проблем, связанных с коррекционным обучением. В данном случае необходима качественная переработка примерной образовательной программы, которая будет соответствовать нормативам сопровождения обучающихся с ограниченными возможностями здоровья в образовательной организации. Необходимым условием реализации программы является создание информационной образовательной среды с использованием современных информационно-коммуникационных технологий. Коррекционное обучение должно быть системным, непрерывным и вариативным. Для реализации данного вида обучения необходим квалифицированный педагогический состав работников, обеспечивающий не только учебный процесс, но и консультирование и методическую помощь родственникам или законным представителям. На данную дистанционную форму обучения должна проводиться для педагогических работников переподготовка и непрерывное учебно-методическое сопровождение.

Ряд проблем связан с особенностями структуры индивидуальной образовательной программы: цели, задачи, формы обучения, формы аттестации, участие и взаимодействие специалистов. Образовательные организации в рамках нового образовательного стандарта на краткосрочные периоды (четверть) и долгосрочные (год) не разрабатывают их индивидуально, а формально выделяют в содержании основной образовательной программы количество зачетных единиц. С точки зрения динамики развития общества можно спрогнозировать увеличение количества обучающихся, которым будет необходима индивидуальная программа обучения, но большинство образовательных организаций не готовы к информационному сопровождению и дистанционному контролю.

При анализе проблем проектирования образовательных программ был сделан вывод, что выявленные проблемы являются факторами риска, провоцирующими появление следующих опасностей: замена системно-деятельностного подхода репродуктивными методами, имитации развивающейся деятельности.

Для эффективного перехода на новые образовательные стандарты необходимо научно-методическое сопровождение образовательных организаций, выстраивание партнерских взаимоотношений как с работодателями, так и с иными учебными заведениями. При этом эффективно в сложившейся ситуации использовать сетевые круглые столы, в целях ознакомления с методиками и технологией коллег.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Иванов С.Ю.* Основные тенденции и перспективы развития системы высшего образования в России / С.Ю. Иванов, А.С. Иванов // *Almamater. Вестник высшей школы*. 2014. № 2. С. 6.

2. *Чучалин А.И.* Компетентностный подход в проектировании образовательных программ: учебное пособие / А.И. Чучалин, М.А. Соловьев. Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2016. 160 с.

ОСНОВНЫЕ ПРОБЛЕМЫ РУКОВОДИТЕЛЯ АВТОСЕРВИСА

С.П. Козицын, В.Ф. Шевчук

Научный руководитель – **В.Ф. Шевчук**, д-р пед. наук, профессор

Ярославский государственный технический университет

Когда дело касается человеческих ресурсов, то выясняется, что у руководства большинства автосервисов нет на этот счет никаких идей. Тем не менее попытки многих выпускников профессиональных школ и колледжей устроиться на работу заканчиваются неудачно. Владельцы сервисов, в которые они обращаются, готовы принять на работу только опытных мастеров. И это не единичные случаи. Это случается очень часто. А ведь кадры надо растить самим. Это аксиома.

***Ключевые слова:** автосервис, руководитель, решение проблем.*

THE MAIN PROBLEMS OF THE CAR SERVICE MANAGER

S.P. Kozitsyn, V.F. Shevchuk

Scientific Supervisor - **V.F. Shevchuk**, Doctor of Pedagogical Sciences, Professor

Yaroslavl State Technical University

When it comes to human resources, it turns out that the management of most car services does not have any ideas about this. However, many graduates of professional schools and colleges try to get a job and fail. Owners of the services they use are willing to hire only experienced professionals. And these are not isolated cases. This happens very often. But the staff must be raised by themselves. This is an axiom.

***Keywords:** car service, Manager, problem solving.*

Условно основные проблемы руководителя сервиса можно разделить на несколько групп:

- нет денег;
- нет времени;
- нет специалистов;

- нет клиентов.

Думаю, не открою секрет, что денег всегда мало, их всегда не хватает. Поверьте, независимо от того, вы руководите собственной небольшой мастерской или крупным дилерским сервисом - денег вам всегда будет не хватать. Здесь необходимо понимать две вещи - надо жить по средствам и выделять средства на развитие. Не будете развиваться - говорить о лидерстве на рынке не стоит. Жаловаться на жизнь, клиентов, работников будете всегда.

Главная причина отсутствия времени - неправильная организация труда. Фраза насколько банальная, настолько верная. Зачем вам сотрудники, если вы все стремитесь сделать самостоятельно? Делегируйте им участки ответственности. Помните, что если в вашем штате есть хотя бы один наемный работник - у вас две главных задачи: руководство им и обеспечение его работой.

Здесь два варианта. Берем готового (долго, трудно, дорого) и обеспечиваем его работой, условиями труда и заработной платой. И второй - обучаем ученика, понимая, что вероятность его перехода в другой сервис или на самостоятельные хлеба после обучения достаточно высока.

Прежде чем привлекать нового клиента, необходимо подумать, а что у нас творится со старыми. Анализируя ситуацию на рынке, я думаю, что руководители сервисов еще что-то делают для привлечения новых клиентов, но практически ничего не делают для удержания старых. Какое-то вечное движение по кругу - привлекли клиента, обслужили, отпустили и вновь пытаемся привлечь нового.

Уже говорилось о том, что клиент является главным источником денег, главным нашим активом. Это знают все. Все это повторяют, но никто ничего не делает. Приезжаю на сервис и задаю вопрос: «Занимаетесь удержанием клиентов?» «Конечно. Даже спектр услуг расширяем для этого. Предоставляем скидки». «Ну, - говорю, - а дальше? Что конкретно ПРЕДПРИНИМАЕТЕ?» В ответ красноречивое молчание.

Если вы оставляете клиента «без присмотра», если позволите ему чувствовать себя неудовлетворенным, если не работаете с ним, не даете понять, что цените его, то переманить будет очень просто.

Согласно исследованиям маркетологов, большая часть клиентов уходит из-за того, что у сервиса с ними не выстроено никаких отношений. Предоставление скидки или карточки постоянного клиента не является самодостаточным способом удержания клиента. Поэтому не расслабляйтесь.

Клиента необходимо окружить постоянным вниманием и заботой. Если вы постоянно (важно - с одинаковой периодичностью) будите напоминать клиентам о себе, причем делать это таким способом, чтобы клиенту нравилось, то он не убежит. Вы просто не дадите конкуренту шансов переманить вашего клиента.

Поддержание постоянного контакта -лучший способ сохранить клиента

Здесь не очень важно, каким способом вы будете поддерживать связь с клиентом, важно, чтобы этот способ был клиенту удобен и приятен, не вызывал отрицательных эмоций.

Какой бы сервис мы с вами не взяли - дилерский или независимый, крупный или гараж, специализированный или универсальный - у всех одни и те же проблемы:

1. Не хватает оборотных средств - денег всегда мало.
2. Мало квалифицированных лояльных к компании сотрудников.
3. Недостаточно клиентов.
4. Неудовлетворительно с оборудованием.
5. Плохо с обучением и квалификацией персонала.

Это наиболее распространенный тип руководителя в сервисах практически всех уровней и направлений. Как правило, такой директор - выходец из механиков, со временем доросший по финансам или возможностям до руководителя. Здесь на организацию производства и взаимодействия сотрудников, работу компании отводится совсем мало времени. Руководитель пытается заниматься всем, включая самостоятельную работу в рабочей зоне, тратит на это бездну времени - без отдыха и семьи, но, в результате, хромает все.

Удивительно, но и такой тип руководителя встречается довольно часто, особенно, если бизнес достался от богатого папы. Руководитель мало чего понимает в автосервисе, чаще всего отсутствует на рабочем месте, занимаясь своими обязанностями время от времени. Неудивительно, что сервис развивается самостоятельно и часто вопреки желаниям руководителя.

К сожалению, в автосервисах страны довольно редко можно встретить именно Руководителя. Как правило, это специалисты, пришедшие в автосервис из другого бизнеса. Больших замечаний по организации автосервиса, подбору персонала, привлечению клиентов здесь нет. Именно этот тип руководителя ломает стереотип о том, что для управления сервисом необходимо разбираться в автомобиле и его обслуживании. Конечно, эти знания нужны, но уже не настолько важны для руководителя -важно правильно подобрать сотрудников.

Эта категория руководителей стала появляться на сервисах все чаще. Это тот же директор-мастер на все руки или директор-лентяй, но... И это «НО» значительно. Руководитель понимает, что для решения проблем и вопросов на сервисе надо что-то менять. Более того, такой руководитель начинает действовать, пускай не всегда и правильно, часто интуитивно. У такого руководителя две главные проблемы - перебороть себя психологически и перебороть коллектив.

Итак, после того, как вы провели учет и анализ, сделали первые два шага на пути от ремесла к бизнесу, пришло время сделать третий шаг. Шаг, опять же, больше психологический. Каждый владелец или руководитель должен понимать, что предприятие создается для прибыли. Сотрудники должны кормить владельца, а не наоборот. Звучит с одной стороны банально, с другой кощунственно. Но это действительно так. Если ваш сотрудник зарабатывает больше вас или столько же, то что-то надо кардинально менять - либо закрывать бизнес (направление), либо перестраивать себя и учиться работать по-новому. Бизнес должен, в первую очередь, вам приносить доход, а не быть направленным на содержание сотрудников, чиновников, пенсионеров. Впервые две категории прокормят себя сами всегда, а третьих вы будите содержать в любом случае - для этого не надо быть владельцем предприятия.

Автосервисы, как правило, - не очень большие предприятия, и отношения в коллективе складываются очень дружеские, часто родственные. Но именно это и мешает бизнесу. Постарайтесь научиться разделять - бизнес отдельно, дружба отдельно. Иногда это получается, чаще нет. Но тут уже необходимо решать, что для вас важнее - дружба или бизнес.

Можно долго говорить о клиентах, оборудовании, сотрудниках, но если на предприятии нет эффективного руководителя - предприятие обречено. Это необязательно разорение. Нет. Далеко не обязательно. Но и развития у такого предприятия не будет. Чтобы понять, насколько перспективно ваше предприятие, проанализируйте ситуацию, когда вас нет на сервисе. Если ваше отсутствие практически не влияет на работу сервиса - механизм работоспособен. Второе. Загляните в далекую перспективу. Вы ушли на пенсию, занялись другим направлением; кто будет продолжать ваше дело - дети, друзья, родственники? Если продолжатели есть - механизм не только работоспособен, но и жизнеспособен.

УДК 621

ОСОБЕННОСТИ ПАРАМЕТРИЗАЦИИ В СИСТЕМЕ ТРЕХМЕРНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ КОМПАС-3D

Д.И. Колосовский, А.Н. Исаев

Научный руководитель – **А.Н. Исаев**, канд. пед. наук, доцент

Ярославский государственный технический университет

В работе рассматриваются особенности при использовании параметрических возможностей КОМПАС-3D.

***Ключевые слова:** САПР, моделирование, параметризация.*

FEATURES OF PARAMETRIZATION IN THE SYSTEM OF THREE-DIMENSIONAL MODELING COMPASS-3D

D.I. Kolosovsky, A.N. Isaev

Scientific Supervisor – **A.N. Isaev**, Candidate of Pedagogical Sciences,
Associate Professor

Yaroslavl State Technical University

The paper discusses the features when using the parametric capabilities of KOMPAS-3D.

***Keywords:** CAD, modeling, parameterization.*

На современном этапе развития машиностроительной отрасли для автоматизации проведения конструкторских, технологических работ, работ по технологической подготовке производства используются системы автоматического проектирования (САПР). С помощью САПР выполняется разработка чертежей, производится трехмерное моделирование изделий и формирование трехмерных сборок, проектируется вспомогательная оснастка, составляется технологическая документация.

Несомненно, внедрение на предприятии той или иной системы автоматизированного проектирования осуществляется с целью увеличения

производительности труда. И именно потребность в создании механизма, позволяющего уменьшить время на разработку новых моделей изделий и модификацию старых, привела к тому, что во всех современных САПР реализован так называемый механизм параметризации.

Параметризованный геометрический элемент существенно отличается от обычного тем, что содержит в себе информацию о взаимосвязях и ограничениях между составляющими этот элемент объектами. Данный механизм при работе с геометрическими фигурами и телами позволяет получать набор однотипных моделей изделий на основе ранее спроектированной модели, лишь изменяя числовые значения переменных, и при необходимости оперативно вносить изменения в модель путем редактирования ее переменных [1].

Благодаря сочетанию легкости работы и простоты освоения с мощными функциональными возможностями поверхностного и твердотельного моделирования одним из программных продуктов, популярных на российском рынке, является система трехмерного проектирования КОМПАС-3D. Ключевой особенностью данного продукта является удобная и эффективная технология параметризации, позволяющая одновременно строить геометрические объекты с заданием закона построения и накладывать ограничения на ранее построенные объекты (притом в любом порядке, не придерживаясь какой-либо жесткой последовательности).

В качестве параметрических взаимосвязей, накладываемых на объект в системе КОМПАС-3D, могут служить, к примеру, ограничения на перемещение геометрических объектов в различных направлениях, взаимное расположение различных элементов или конкретные размеры того или иного объекта. Кроме того, данная система позволяет задавать уравнения и неравенства, определяющие зависимость между параметрами модели.

На первый взгляд, система трехмерного моделирования КОМПАС-3D очень удобна и обладает всеми необходимыми средствами для создания параметризованных моделей, однако стоит выделить ряд рекомендаций и особенностей при работе с параметрическими объектами:

1. При построении эскиза удобнее пропорционально, но без соблюдения размеров построить контур детали, после чего накладывать ограничения.

2. При редактировании параметрической модели рекомендуется не выполнять резких изменений. Например, не стоит слишком сильно изменять значение размера (с 5° на 120°). Значительные изменения следует выполнять последовательно, за несколько действий. То же самое можно сказать и о редактировании перемещением точек — не рекомендуется изменять положение объекта или точки сразу на большое расстояние, лучше выполнить подобное перемещение поэтапно.

3. Стоит учитывать, что чем больше ограничений будет наложено на объекты модели, тем меньше вероятность сильных разбросов при пересчетах. Вспомогательными ограничениями в этом случае могут быть: фиксация точек, назначение горизонтальности или вертикальности отрезков, простановка дополнительных размеров.

4. При формировании или изменении параметрической модели наложенные на нее связи и ограничения могут допускать несколько вариантов перестроения. В таком случае будет реализован тот, который обеспечивает минимальное изменение параметров. Однако, может оказаться, что данный вариант не соответствует ожиданиям пользователя. Поэтому, для получения желаемых результатов при редактировании рекомендуется накладывать связи и ограничения, однозначно определяющие топологию модели.

5. Сопоставление параметра объекта (например, длины отрезка) с переменной осуществляется только через простановку ассоциативного размера, характеризующего этот параметр, и присвоение ему (размеру) имени переменной.

6. При выполнении новых разработок, следует оценивать, будут ли они применяться в будущем как прототип. Если разработанная трехмерная модель не будет применяться для построения однообразных изделий, ее параметризацию можно не выполнять, так как отпадает необходимость в последующей быстрой модификации. В том случае, если новая деталь будет часто использоваться как стандартный прототип, параметризация ее модели имеет смысл.

7. Рекомендуется параметризовать модели деталей, при модификациях которых меняются только размеры, но не меняется топология изображения. Таким образом, созданная ранее параметрическая модель изделия может быть оперативно перестроена лишь изменением значений размеров.

8. Полная параметризация моделей сложных сборочных изделий не всегда бывает оправдана, так как в этом случае необходимо проводить большой объем работы по заданию ограничений и управляющих размеров, а получившейся в результате сборки будет затруднительно управлять.

9. На конкретных примерах моделей, типовых для организации, стоит оценивать какие преимущества дает применение параметризации. В будущем можно учесть полученные результаты при новом проектировании или редактировании имеющихся моделей.

10. Следует помнить, что время, затрачиваемое на обработку параметрической модели, в большей степени зависит от ее насыщенности параметризованными объектами [2].

Таким образом, особенности работы с параметрическими моделями, описанные выше, могут пригодиться работающим в различных отраслях промышленности специалистам.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Фомин Е.* Использование параметрических возможностей КОМПАС-3D [Электронный ресурс] // Журнал «САПР и Графика» [сайт]. URL: <https://sapr.ru/article/18269> (дата обращения: 05.02.2020).
2. *Малыгин А.* Параметрические возможности САПР КОМПАС-3D [Электронный ресурс] // Блог CADREGION.RU: [сайт]. URL: <https://cadregion.ru/kompas-3d/parametricheskie-vozmozhnosti-sapr-kompas-3d.html> (дата обращения: 02.02.2020).
3. КОМПАС-3D v17. Руководство пользователя [сайт]. URL: https://kompas.ru/source/info_materials/2018/KOMPAS-3D-v17_Guide.pdf

УПРАВЛЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЕМ ПЕРСОНАЛА В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ

М.В. Королев, В.Ф. Шевчук

Научный руководитель – **В.Ф. Шевчук**, д-р пед. наук, профессор

Ярославский государственный технический университет

Рассматривается взаимодействие рынка труда, системы профессионального образования и работодателей. Определены основные проблемы, характерные для рынка труда. Отмечена роль организации в процессе обучения и управления персоналом на уровне предприятий.

Ключевые слова: обучение персонала, переподготовка кадров, повышение квалификации персонала.

EDUCATION MANAGEMENT OF STAFF IN MODERN CONDITIONS

M.V. Korolev, V.F. Shevchuk

Scientific Supervisor - **V.F. Shevchuk**, Doctor of Pedagogical Sciences, Professor

Yaroslavl State Technical University

The interaction of the labor market, professional education system and employers is considered. The main problems specific to the labor market are identified. The role of the organization in the process of training and personnel management at the enterprise level is noted.

Keywords: personnel training, retraining, professional development of staff

Основная цель профессионального образования заключается в подготовке квалифицированных работников определенного профиля и уровня, способных достигать поставленные задачи, конкурентоспособного на рынке труда, свободно владеющего своей профессией и ориентированного в смежных областях деятельности и способного к работе по специальности.

Излишнее количество специалистов определенных видов деятельности вызвало переполненность рынка труда специалистами, в которых экономика регионов и производство не нуждаются или уже удовлетворили спрос.

В настоящее время изменились объемы производства, появились новые виды услуг, изменилась структура спроса на профессии и специальности. Все это привело к рассогласованию образовательных услуг и рынка труда. Дисбаланс между рынком труда и системой профессионального образования приводит к несоответствию между профессиональным спросом и параметрами предложения рабочей силы. Имеет место переизбыток специалистов отдельных профессии при недостатке кадровых ресурсов по другим. Возникает несоответствие структуры подготовки кадров требованиям предприятий, что может стать причиной безработицы или дефицита рабочей силы.

На данный момент, тенденции на рынке труда определяются нехваткой специалистов рабочих профессий и высококвалифицированных кадров. Таким образом, перед профессиональным обучением рабочих кадров возникают задачи, обусловленные потребностями адаптации предприятий к рынку, изменению требований к качеству рабочей силы.

Технологическая модернизация и повышение эффективности труда определяют экономический рост производства последних лет. В настоящий момент на смену концепции «экономического роста» приходит концепция «устойчивого развития», что влечет за собой структурную перестройку экономики и изменения в характере спроса на рабочую силу. Изменяется и ее профессионально-квалификационный состав, что обуславливает изменения объемов и профилей подготовки специалистов в системе профессионального образования.

Достижение баланса между количеством и качеством подготовки работников и возможностями их трудоустройства делает актуальным управление образованием персонала.

Взаимодействие рынков образовательных услуг и труда возможно только с учетом интересов потребителей образовательных услуг и образовательного учреждения. Каждый из них имеет свои задачи, цели, мотивацию, что в дальнейшем определяет выбор профессии в трудовой деятельности. Актуальной проблемой является совершенствование механизма взаимодействия профессионального образования и рынка труда.

Возросла потребность предприятий в персонале, который может адаптироваться в современных условиях организации в соответствии со спецификой ее производственной деятельности. Сегодняшних работодателей не устраивает наличие у выпускников только объема базовых знаний. Отсутствует практическая направленность подготовки. Знаниями специалиста зачастую оторваны от реалий современного производства.

Стандартные подходы к обучению не позволяют решить эту проблему. Приходится заниматься подготовкой кадров на производстве. Преобразовывать на местах теоретические знания в практические навыки и

опыт. В плане управления персоналом работодатель видит, как стратегически важную задачу, обучение и повышение квалификации вчерашних выпускников пришедших на производство и сотрудников вообще.

Решение проблемы возможно путем выстраивания системы партнерства "вуз - работодатель – студент». Такая система формирует у студентов навыки, знания и умения конкурентоспособного специалиста, способного к самореализации личности.

Участие и самостоятельная роль предприятий в образовательном процессе дают возможность реализации данного взаимодействия. Требования работодателя к качеству образования зачастую заключаются в подготовке определенных компетенций у будущих специалистов. А для достижения высокого качества обучения необходим комплексный подход между учреждением образования и работодателем. Общность интересов, принцип сопричастности и равное участие в работе системы являются главными условиями для реализации партнерства в образовательном процессе.

Механизмы партнерства в образовательном пространстве:

1. Практическая направленность знаний и практическая деятельность студентов во время обучения в вузе;
2. Вовлечение работодателей в образовательную деятельность;
3. Содействие работодателей практической подготовке студентов;
4. Развитие системы содействия практической подготовки студентов в рамках предприятия;
5. Формирования в рамках предприятия резерва молодых кадров.

Работодателю все труднее становится подобрать специалистов нужной квалификации, поэтому подготовка, обучение, адаптация выпускников учебных заведений непрерывно продолжается и на производстве, непосредственно на рабочих местах, путем такого вида деятельности, как управление образованием персонала.

Одним из главных звеньев в управлении организацией является работа с кадрами. Лозунг «Кадры решают все!» актуален как никогда. Управление подготовкой кадров рассматривается как важный аспект в управлении производством. Готовность работника развиваться, овладевать новыми компетенциями, осваивать новые процессы рассматривается работодателем как основной фактор для индивидуального карьерного плана работника и включения его в кадровый резерв с последующим обучением и повышением квалификации.

Соответствие организации современным внешним условиям требует от ее работников непрерывного развития и самосовершенствования. Первоначальная подготовка является только базой для ускоренного освоения персоналом новых, ранее неизвестных ему знаний, компетенций,

умений и навыков. Важен не только объем полученных новых знаний, но и время, потраченное на их поиск и освоение.

Основные причины, вызывающие потребность у организации в обучении персонала:

1. Нанимаемые специалисты имеют разный опыт работы, разную квалификацию;
2. Рабочие могут быть не знакомы с особенностями технологического процесса;
3. В процессе деятельности организации могут внедряться различные системы автоматизации, внедряться новое оборудование.

Развитие организации должно основываться на совершенствовании и реализации профессиональных навыков ее сотрудников, а управление карьерой предусматривает продвижение по должностным ступеням на основе их квалификационного роста.

Основная задача образовательной политики состоит в обеспечении качества образования, соответствия его перспективам и потребностям рынка труда.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Аврамова Е.* Поведение молодых специалистов на рынке труда: новые тенденции / Е. Аврамова, Е. Кулагина, Ю. Верпаховская // Человек и труд. 2007. № 9.
2. *Вражнова М.* Проблемы адаптации молодых специалистов в условиях "вуз - производство" // Высшее образование. 2007. № 5.
3. *Брагин В.В.* Процессы управления организацией. М.: ИНФРА-М, 2004.
4. *Базаров Т.Ю.* Управление персоналом развивающейся организации. М.: ИПК ГС, 2005.

**СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ
ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ
В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
(ПО МАТЕРИАЛАМ VI ВСЕРОССИЙСКОЙ
КОНФЕРЕНЦИИ ПО ЭКОЛОГИЧЕСКОМУ ОБРАЗОВАНИЮ)**

Е.А. Королева, В.Ф. Шевчук

Научный руководитель – **В.Ф. Шевчук**, д-р пед.наук, профессор

Ярославский государственный технический университет

Рассматривается обострение противоречий между человеком и природой в современном мире. Роль экологического образования в снижении антропогенного воздействия на окружающую среду. Место экологии в системе образования РФ. Определены факторы, влияющие на экологизацию образования.

Ключевые слова: экологическое образование, экосистемный подход, воспитывающие технологии, стратегия образования, сохранение биосферы.

**STATE AND PROSPECTS OF ENVIRONMENTAL
EDUCATION DEVELOPMENT IN RUSSIA (BASED
ON THE MATERIALS OF THE VI ALL-RUSSIAN
CONFERENCE ON ENVIRONMENTAL EDUCATION)**

E.A. Koroleva, V.F. Shevchuk

Scientific Supervisor - **V.F. Shevchuk**, Doctor of Pedagogical
Sciences, Professor

Yaroslavl State Technical University

Considers the aggravation of contradictions between man and nature in the modern world. The role of environmental education in reducing human impact on the environment. Place of ecology in the Russian education system. The factors influencing the ecologization of education are determined.

Keywords: environmental education, ecosystem approach, educational technologies, education strategy, biosphere conservation.

В современном мире стало очевидно, что техногенное развитие цивилизации стремительно меняет ситуацию на планете. На фоне все возрастающего объема потребляемых ресурсов идет наращивание количества токсичных отходов, уничтожающих и разрушающих экосистемы и биосферу земли. Ухудшение состояния окружающей среды ставит под угрозу здоровье людей и снижает качество их жизни. Наличие и обострение противоречий между природой и человеком обуславливает становление и формирование современного экологического образования. Ознакомление подрастающего поколения с проблемами окружающей среды играет важную роль в целях её сохранения и улучшения.

Ограниченность ресурсов планеты, надвигающаяся глобальная катастрофа антропогенного характера вызваны кризисом потребительского формата общества, который возможно преодолеть, если люди научатся смотреть дальше интересов ныне живущих поколений, заботиться о будущем и будут готовы принять меры, которые обеспечат выживание человеческого сообщества [2].

В 2005 году была принята «Национальная стратегия образования для устойчивого развития Российской Федерации»; минуло десятилетие 2005 – 2014 годы ООН по образованию в интересах устойчивого развития, прошел 2017 год объявленный в России годом экологии. Все это определяет интерес к состоянию и перспективам развития экологического образования в Российской Федерации.

В октябре - ноябре 2019 года в Москве состоялась Всероссийская конференция по экологическому образованию «От экологического образования к экологии будущего». Проводил конференцию Неправительственный экологический фонд имени В.И. Вернадского при поддержке Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации. Целью конференции является выработка стратегических решений по развитию экологического образования в России. На конференции с вступительным словом выступил министр природных ресурсов и экологии РФ Кобылкин Д.А., который отметил необходимость принятия экологосбалансированных решений на всех хозяйствующих уровнях, а также выделил роль экологии как связующего звена всех уровней образования.

Успех развития и сохранения природного богатства страны во многом зависит от экологического воспитания ее населения. Экологическое воспитание через образование имеет огромный потенциал, основным средством которого является живая природа [3].

В выступлениях на конференции прозвучала необходимость понимания что такое экология, экологическое просвещение и экологическое образование. И в этом вопросе начинать нужно с детства – мы должны научиться управлять собой в отношениях с природой. Устойчивое развитие страны начинается с экологического образования. Необходимо задать

вектор развития экологического образования на всех уровнях общего, дополнительного и высшего образования.

В сегодняшней ситуации экосистемный подход к управлению природными ресурсами с целью их сохранения и устойчивого использования на справедливой основе, пронизывает все сферы жизни человека, и не имеет концепции экологического образования практически преступность. Экосистемный подход становится важным и жизнеобеспечивающим, а экологическая культура рассматривается как системное понятие, имеющее разные уровни компетентности и грамотности: экологическая культура дошкольников, школьников, студентов и взрослых людей.

В материалах конференции были отражены наиболее эффективные воспитывающие технологии. Экологическое воспитание от ближнего к общему, средовой принцип воспитания, иерархический принцип организации ценностей, исследовательская и проектная деятельность учащихся, детский туризм. Они должны обеспечить конкурентоспособность воспитывающих технологий и развитие экологического образования. Особое внимание было уделено экологическому туризму на особо охраняемых природных территориях, мало посещаемых у нас в России. Экотуризм несет в себе две задачи – это экологическое просвещение и бизнес. На стыке этих двух задач возможна выработка механизмов развития и продвижения экологической культуры.

Экологическое образование предусматривает не только научные знания, развивает не только способность, но и потребность в бережном отношении к природе. Экологического образования это важное звено экологического воспитания и высокой экологической культуры, призванное сформировать новое экологическое сознание и мышление, суть которого в том, что сохранение полноценной жизни человека как части природы невозможно без сохранения самой природы.

На конференции прозвучало, что реализация экологической составляющей федеральных государственных образовательных стандартов начального, основного и среднего (полного) общего образования возможна только на основе Концепции общего экологического образования. В настоящий момент трем министерствам – Минпросвещения, Минобрнауки и Минприроды России, дано поручение разработать предложения по реализации Концепции экологического образования и включить главный аспект экологического образования в стратегию образования до 2035 года.

На дискуссиях, проводимых во время работы секций и на заключительном совещании конференции дана неоднозначная оценка места экологии в современной системе образования. Экспертами были высказаны мнения, что в рамках общественно-научных предметов сформировать экологическое мышление не удастся. Прописаны отдельные моменты, тогда

как формирование экологического мышления – это самостоятельная, очень сложная задача. Невозможно межпредметно научить предмету.

Отмечалось, что трудно измерить прописанные в ФГОС личные характеристики и метапредметные результаты освоения. С 2020 года в старшей ступени школы предусматривается ввести курс «Экология» как обязательный предмет. В отсутствии измерителей остается неопределенность требований, которые необходимо предъявлять к ученику. А раз определенности нет, то их никто и не выполняет. Педагогическое сообщество не готово к принятию и внедрению Концепции экологического образования. Вопросы как учить, чему учить, когда учить, кто будет учить и какие мы хотим результаты – это темы для диспута по экологизации образования в педагогическом научном мире.

Предпочтительным вариантом в будущем эксперты считают непрерывное экологическое образование. «Экологию» предлагается ввести как отдельный предмет обязательным интегрированным курсом в отдельную группу в ФГОС по предметам: Экология, ОБЖ, Физкультура.

В предполагаемом предмете фундамент должны составлять знания по экологии для умения прогнозировать отдалённые последствия человеческой деятельности. Последнее, в свою очередь, необходимо для сохранения биосферы как среды обитания ныне живущих и будущих поколений.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Федеральный государственный образовательный стандарт основного общего образования. // Действующий, утв. Приказом Министерства образования и науки Российской Федерации 17.12.2010. N 1897, с изм. и доп. от: 29.12.2014, 31.12.2015.
2. *Иванова Л.Ю.* Экологическое образование и образование для устойчивого развития в Российской школе: настоящее и будущее // Вестник Института социологии. 2017. № 4. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/ekologicheskoe-obrazovanie-i-obrazovanie-dlya-ustoychivogo-razvitiya-v-rossiyskoy-shkole-nastoyashee-i-budushee>
3. *Неменуцкая Л.А.* Сравнительная характеристика методов экологического образования // Материалы VI Всероссийской конференции по экологическому образованию. 2019. Секция №1. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://new.vkzo.pf/2019/10/28/sravnitelnaya-harakteristika-metodov-ekologicheskogo-obrazovaniya/>

**ПСИХОЛОГО-ПЕДАГОГИЧЕСКОЕ СОПРОВОЖДЕНИЕ
ДЕТЕЙ С ОВЗ В УСЛОВИЯХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ
УЧРЕЖДЕНИЙ**

**А.И. Коршунова, Е.С. Сергеев, У.Э. Турубанова,
М.А. Ковальчук**

Научный руководитель – **М.А. Ковальчук**, д-р пед. наук,
профессор

Ярославский государственный технический университет

Рассматривается комплекс практических занятий, направленных на сопровождение детей с ОВЗ в условиях образовательных учреждений с целью предотвращения дезадаптации и выявления проблем в психоэмоциональном развитии.

***Ключевые слова:** сопровождение лиц с ОВЗ, инклюзивное образование, психоэмоциональная сфера ребенка.*

**PSYCHOLOGICAL AND PEDAGOGICAL SUPPORT
OF CHILDREN WITH HIA IN CONDITIONS
OF EDUCATIONAL INSTITUTIONS**

**A.I. Korshunova, E.S. Sergeev, U.E. Turubanova,
M.A. Kovalchuk**

Scientific Supervisor – **M.A. Kovalchuk**, Doctor of Pedagogical
Sciences, Professor

Yaroslavl State Technical University

The complex of practical exercises aimed at accompanying children with disabilities in educational institutions in order to prevent maladaptation and identify problems in psycho-emotional development is considered.

***Keywords:** accompaniment of persons with disabilities, inclusive education, psycho-emotional sphere of the child.*

В настоящее время активно развиваются программы инклюзивного образования в общеобразовательных учреждениях. За счет квотирования

рабочих мест расширяются возможности профессионального трудоустройства лиц с ограниченными возможностями по состоянию здоровья. В силу этого, выпускник технического вуза, как будущий руководитель подразделений различного уровня на промышленных предприятиях, неизбежно столкнется с наличием в трудовом коллективе инвалидов.

Суть проекта заключается в формировании у студентов профессиональной компетенции в области осуществления социализации, адаптации, психолого-педагогического сопровождения для инклюзивного обучения лиц с ОВЗ в рамках социальных дисциплин. Это необходимо для эффективного взаимодействия в будущем с коллективом, в котором могут работать сотрудники с ОВЗ.

Изучение проблемы инклюзивного образования в России позволило выявить противоречие между понятиями «инвалид» и «лицо с ОВЗ» правовом поле проблемы. Понятие «инвалид» представлено в ФЗ «О социальной защите инвалидов» [1], но в нем ничего не говорится о такой категории людей как «лица с ОВЗ». Лица с ОВЗ – это в первую очередь дети, имеющие физические и психические ограничения здоровья, вызванные разными причинами и требующие создания особых условий для их обучения и воспитания. На взрослой выборке данная проблема не изучалась.

Категория «лица с ОВЗ» представлена в ФЗ «Об образовании»[2], где четко прописаны все обязательства образовательного учреждения в отношении этой категории, а также дано понятие «индивидуальная траектория обучения».

Закономерно встал вопрос: инвалид и лицо с ОВЗ это разные дети или нет? Кто-то объединяет эти категории, кто-то разграничивает, поэтому первоочередной задачей является разрешение противоречия в правовом поле и, как следствие, в практике работы с данными категориями детей.

Цель предлагаемого нами комплекса мероприятий, направленного на сопровождение детей с ОВЗ, по мнению профессора М.А.Ковальчук, носит комплексный характер и включает следующие составляющие:

а) когнитивный компонент, который представляет собой познание личности и особенности ее развития в норме и при определенных ограниченных возможностях;

б) деятельностный компонент, который предполагает овладение навыками организации совместной деятельности, ее планирования и прогнозирования результатов, навыков работы в команде и проведение рефлексии полученных результатов;

в) творческий компонент, который определяет умения быстро ориентироваться в меняющейся ситуации совместной деятельности, находить решение в любой возникающей нестандартной ситуации, работая с особой категорией людей, а также навыков творческого подхода к обобщению результатов деятельности и их публичному представлению и защите [2].

В состав комплекса практических занятий включены хорошо изученные специалистами методы выявления проблем психоэмоционального развития ребенка, однако актуальность нашей работы заключается в их применении в условиях коррекционного образовательного учреждения с учетом индивидуальных особенностей детей.

Нами были освоены, усовершенствованы и успешно применены на практике цветотерапия, тест Люшера, изучение эмоционально-волевой сферы, рисуночные тесты (ДДЧ, Несуществующее животное, Кактус и др.), социально-бытовая ориентировка.

В первую очередь, ожидаемым результатом для студентов являлось формирование общекультурных и профессиональных компетенций, определенных ФГОС третьего поколения и обозначенных в рабочей программе дисциплины, а именно:

- повышение психолого-педагогической компетентности студентов;
- приобретение навыков оказания первой медицинской помощи, знание техники безопасности при работе с детьми с ОВЗ;
- приобретение навыков составления учебного плана с учетом индивидуальных особенностей детей;
- приобретение компетенции в решении организационных вопросов касающихся нестандартных ситуаций при взаимодействии с лицами с ОВЗ;
- способность на практике использовать умения и навыки в организации учебного процесса для эффективного взаимодействия с коллективом;
- умение нести социальную и этическую ответственность за принятые решения;
- нахождение путей предотвращения дезадаптации лиц с ОВЗ;
- выявление и предотвращение возникновения проблем развития ребенка с ОВЗ;
- способность студентов развивать и совершенствовать интеллектуальный и общекультурный уровень в социализации и адаптации детей.

Результатами для детей с ОВЗ после проведения комплекса практических занятий являются:

- формирование социально-адекватной системы ценностных ориентаций и коррекция сложившейся под влиянием действия макро и микрофакторов;
- снятие психологического напряжения ребенка в процессе его жизнедеятельности в условиях социальной среды;
- формирование эмоционально-комфортного климата, характерного для благоприятной микросреды;

- развитие самостоятельности в решении актуальных жизненных проблем;

- адаптация в социальной среде.

Программа социализации реализуется через следующие методы и приемы обучения: разнообразные по форме практические упражнения и задания (преимущественно в игровой форме для лучшего усвоения материала), демонстрация презентаций, мастер-классы, сравнение и сопоставление работ учащихся и образцов изделий, которые и были реализованы в ходе деятельности по проекту. По этой причине мы проводили занятия с детьми в индивидуальной и групповых формах, каждое из которых разрабатывалось по плану: цель, задачи, подбор содержания и выбор методики проведения, анализ полученных результатов и их интерпретация [3],[4].

Социализация является наиболее приоритетной в плане становления, самореализации и самоутверждения ребенка с особенным образом жизни в современном обществе. Одним из способов улучшения качества жизни ребенка с нарушениями развития является повышение уровня его социальной адаптации в обществе, что возможно только при определенном уровне знаний об обществе и умении достойно жить в нем. По этой причине нами был разработан и приведен в действие план социально-бытовой ориентировки после выявления имеющихся у детей проблем психоэмоционального характера.

Вывод:

Для оценки полученных результатов использовался метод экспертной оценки. В качестве экспертов выступали сотрудники ГОУ ЯО «школа-интернат №9», имеющие длительный практический опыт работы с детьми с ОВЗ. По методу экспертной оценки отмечается четкая положительная динамика, как в формировании общекультурных и профессиональных компетенций у студентов, обозначенных в учебных планах по дисциплинам психолого-педагогического цикла, так и в повышении у детей уровня адаптации в условиях социальной среды и формировании установок на восприятие ограничений здоровья не как обстоятельств, мешающих полноценно жить, а как особого образа жизни.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Федеральный закон от 24.11.1995 N 181-ФЗ (ред. от 02.12.2019) «О социальной защите инвалидов в Российской Федерации» (с изм. и доп., вступ. в силу с 01.01.2020) [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_8559.
2. Федеральный закон от 29.12.2012 N 273-ФЗ (ред. от 27.12.2019) «Об образовании в Российской Федерации» [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_140174.

3. *Ковальчук М.А.* Социальные и гуманитарные науки (сетевое издание) // Условия эффективности инклюзивного образования № 1 / М.А. Ковальчук, П.Н. Якушин. Ростов на Дону, 2019. С. 304-311.
4. *Ковальчук М.А.* Территория взаимодействия: психолого-педагогическое сопровождение детей с ОВЗ в условиях образовательного учреждения / М.А. Ковальчук, Н.О. Герасимова // Социальные и гуманитарные науки (сетевое издание). 2020. № 1.

**РЕАЛИЗАЦИЯ ОБЩЕРАЗВИВАЮЩЕЙ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ
«МИР СОВРЕМЕННОЙ ИНЖЕНЕРИИ»**

И.Ю. Костикова, С.И. Моднов

Научный руководитель – **С.И. Моднов**, канд. техн. наук,
доцент

Ярославский государственный технический университет

Рассматривается организация общеразвивающей образовательной программы, ориентированной на учащихся старшей школы, направленная на получение начальных знаний в области робототехники и воспитание интереса к техническим и компьютерным наукам.

***Ключевые слова:** образовательная робототехника, дополнительная образовательная программа, внеклассная деятельность, техническое образование.*

**IMPLEMENTATION OF GENERAL EDUCATIONAL
PROGRAM «WORLD OF MODERN ENGINEERING»**

I.Yu. Kostikova, S.I. Modnov

Scientific Supervisor - **S.I. Modnov**, Candidate of Technical
Sciences, Associate Professor

Yaroslavl State Technical University

The organization of a general developmental educational program aimed at high school students, aimed at obtaining basic knowledge in the field of robotics and raising interest in technical and computer sciences, is considered.

***Keywords:** educational robotics, additional educational program, extracurricular activities, technical education.*

Развитие современного общества тесно связано с научно-техническим прогрессом. Информационно-коммуникационные и инженерные технологии становятся неотъемлемой частью образовательной деятельности, значительно повышающей ее эффективность и максимально способству-

ющей всестороннему развитию интеллектуальной, эмоциональной и личностной сфер обучающихся [1]. Как следствие, начала формироваться благоприятная среда для развития робототехники, которая является инновационным направлением технического творчества.

Робототехника – это прикладная наука, являющаяся важнейшей технической основой развития производства, в рамках которой занимаются разработкой автоматизированных технических систем. Робототехника основывается на таких дисциплинах, как информатика, кибернетика, механика, электроника, телемеханика, кроме того радиотехника и электротехника. Таким образом, с полной уверенностью можно сказать, что робототехника – это хорошие перспективы в будущем. Ведь роботы уже стали частью новой промышленной революции, основные черты которой — роботизация производства и широкое внедрение аддитивных технологий (3D-печати) [2].

Общеразвивающая образовательная программа «Мир современной инженерии» предоставляет возможность организовывать обучение по технической направленности, соответствующее современным требованиям, предъявляемыми системой образования Российской Федерации.

Новизной данной образовательной программы является возможность объединения в одном курсе конструирование и программирование, что способствует интегрированию обучения информатики, математики, физики, черчения, естественных наук с развитием инженерного мышления, через техническое творчество.

«Мир современной инженерии» содержит разделы, которые знакомят учащихся старшего школьного возраста (13-17 лет) с основами автоматизации, микроконтроллерной техники и программирования. В рамках программы изучаются принципы работы с базовыми компонентами, из которых строятся роботы, способные решать сложные, комплексные задачи. «Мир современной инженерии» нацелена на получение навыков практического решения инженерных задач.

Педагогическая целесообразность общеразвивающей образовательной программы «Мир современной инженерии» заключается в том, что, осваивая наиболее эффективные способы изучения компьютерных технологий и программирования, у обучающихся также развивается творческое мышление, внимание и память, приобретаются навыки конструирования и эксплуатации мобильных роботов, работы с реальными элементами и техникой.

К отличительным особенностям программы можно отнести ее кратковременность, а следственно и интенсивность самих занятий, кроме того занятия строятся по принципу перехода от простого к сложному, от частного к общему. К тому же занятия рассчитаны на разновозрастной состав детской группы.

Занятия начинаются с изучения нового теоретического материала, рассмотрения новых компонентов робота и их практического применения в жизни. После этого, основываясь на полученных знаниях, обучающиеся приступают к практической части занятия, которая состоит из набора задач. К каждому заданию предлагаются иллюстративная и принципиальная схема подключения, а также практически в каждой задаче дается программный код. Задача учащегося правильно все подключить, запрограммировать, запустить и получить результат.

В рамках курса, помимо теоретических и практических занятий, предполагается еще такая форма занятий как соревнования. Среди обучающихся создаются проектные группы, каждая из которых активно работает над решением поставленной перед ними задачей. Данный вид занятий предполагает творческое развитие при создании программ на компьютере для различных роботизированных устройств, способствует получению и закреплению обще трудовых, специальных и профессиональных умений и навыков в процессе разработки и реализации проекта. В конце обучения организовывается соревнование, в рамках которого каждая проектная группа представляет итог своей работы, например, роботизированные машинки среди которых устраивается заезд по полосе с препятствиями.

Эмпирической базой для исследования явилась кружковая работа в детском оздоровительном лагере им. Горького, расположенном на территории Ярославской области. Этот краткий образовательный курс за все четыре летние смены 2019 г. прослушали свыше восьмидесяти человек, 51 из них успешно закончили обучение и получили сертификаты не только от ведущего технического вуза региона, но и от одной из российских консалтинговых фирм [3].

В процессе освоения данной общеразвивающей образовательной программы у обучающихся повышается техническая грамотность за счет передачи теоретических знаний и формирования практических навыков и умений в области электроники и средств их автоматизации. Таким образом, «Мир современной инженерии» будет технологическим трансфером, позволяющим переложить фундаментальные научные результаты и идеи через прикладные исследования и разработки в конкретные технологии в интересах промышленных партнеров для формирования будущего кадрового состава предприятий и выбора будущих профессий школьников [4].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Мустафин С.А. Робототехника как средство развития технических способностей. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://nsportal.ru/shkola/obshchepedagogicheskie-tehnologii/library/2019/11/06/statya-robototehnika-kak-sredstvo>

2. *Параскевов А.В.* Современная робототехника в России: реалии и перспективы [Электронный ресурс] / А.В. Параскевов, А.В. Левченко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. Краснодар: Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина. 2014. № 104. С. 1680-1701.
3. О проблемах мотивации детей в секции робототехники [Электронный ресурс] / Е.А. Степанова, И.Ю. Костикова, А.А. Аракчеева, Н.А. Личак // Молодой ученый. 2019. № 47. С. 54-56. Режим доступа: <https://moluch.ru/archive/285/64301/>
4. Кузин А.В. Разработка дополнительной образовательной программы «Мир современной инженерии» [Электронный ресурс] / А.В. Кузин, С.И. Моднов // Сб. материалов конф. В. 3 ч. Ч. 2. Ярославль: Изд-во ЯГТУ, 2019. 1144 с. 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). С. 544-548.

**НОВОЕ КАЧЕСТВО ОБРАЗОВАНИЯ: ЭЛЕМЕНТЫ
РЕАЛИЗАЦИИ КОНЦЕПЦИИ «ЦИФРОВОЙ
УНИВЕРСИТЕТ. ТЕХНИЧЕСКАЯ БИБЛИОТЕКА
СТУДЕНТА»**

**И.А. Кочатков, С.Н. Комаров, Ж.Е. Кенжахметов,
А.В. Печаткин**

Научный руководитель – **А.В. Печаткин**, канд. техн. наук,
заведующий кафедрой радиоэлектронных
и телекоммуникационных систем

Рыбинский государственный авиационный технический университет
имени П.А. Соловьева

Рассмотрены вопросы реализации концепции техногенной библиотеки, в которой студент может получать не только книги, но и технологические установки для самостоятельного изучения дисциплины

***Ключевые слова:** технико-технологический библиотечный кластер, образовательные технологии, техногенная библиотека студента, лабораторный стенд, технологический стенд, мобильный multifunctional измерительный комплекс.*

**NEW QUALITY OF EDUCATION: ELEMENTS
OF IMPLEMENTATION OF THE CONCEPT "DIGITAL
UNIVERSITY. TECHNICAL LIBRARY OF A STUDENT"**

**I.A. Kochatkov, S.N. Komarov, J.E. Kenzhakhmetov,
A.V. Pechatkin**

Scientific Supervisor – **A.V. Pechatkin**, Candidate of Technical
Sciences, Head of the Department of radio-electronic
and telecommunication systems

P.A. Solovyov Rybinsk State Aviation Technical University

Issues of implementing the concept of an technogenic library in which a student can receive not only books, but also technological installations for independent study of the discipline are considered

***Keywords:** technical and technological library cluster, educational technologies, technogenic student library, laboratory stand, technological stand, mobile multifunctional measuring complex.*

Высшее техническое образование всегда отличалось целостностью и согласованностью образовательного процесса, включающего как глубокую теоретическую подготовку, так и всестороннюю систему лабораторных практикумов. Современная образовательная концепция компетентно-ориентированных моделей, построенных в формате «знать-уметь-владеть», предполагает активную разработку новых перспективных форм проведения аудиторных занятий и организации самостоятельной, в том числе, творческой работы.

Немаловажное место в этом процессе отводится информационно-телекоммуникационным технологиям, Интернет-ресурсам и организации виртуального цифрового пространства. К основным проблемам в области технического образования можно отнести:

1) высокую стоимость, размеры и вес специализированного контрольно-измерительного и технологического оборудования;

2) существенные затраты на создание и сопровождение специализированных лабораторий;

3) повсеместный неоправданный переход (замещение) к виртуальным исследованиям и виртуальному оборудованию, что снижает навыки работы с реальным оборудованием;

4) высокую стоимость универсального программируемого оборудования;

5) наличие многотипного несовместимого между собой контрольно-измерительного оборудования;

6) отсутствие возможности проведения эксперимента или самостоятельного выполнения лабораторной работы в домашних условиях, например, в случае временной потери трудоспособности по болезни, наличии академической задолженности, участия во внешних выездных мероприятиях и т.д.

Традиционная образовательная модель показана на рис. 1.

Между тем, указанные проблемы можно успешно решить путём последовательной реализации двух основных этапов:

– разработка универсальных модульных технологических и измерительных комплексов, предназначенных для сопровождения учебного процесса технического университета в рамках проведения практических и лабораторных занятий в стационарных и мобильных лабораториях и реализации концепции «Технический библиотечный кластер студента».

– формирование технико-технологического библиотечного кластера, в котором студент, с целью самостоятельной реализации компетент-

ностного подхода в рамках «знать-уметь-владеть», может получить во временное пользование технический комплект измерительного и/или технологического оборудования, аналогично получению учебно-методических и справочных материалов.

Обновлённая образовательная модель показана на рис. 2.

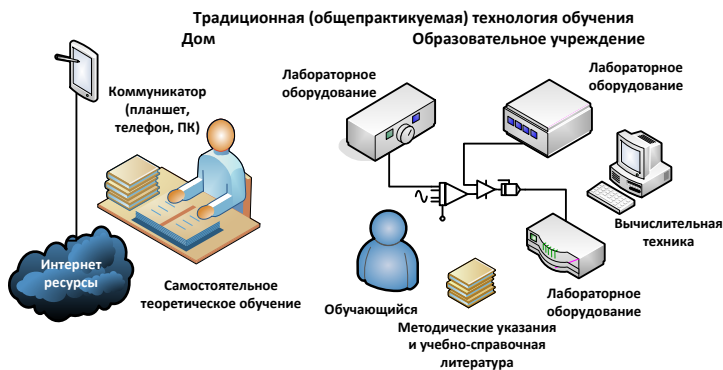


Рис. 1. Традиционная образовательная модель организации аудиторной и самостоятельной работы студента



Рис. 2. Концептуальная образовательная модель организации аудиторной и самостоятельной работы студента

Такой проект может быть успешно осуществлён в рамках сетевой межвузовской программы «Цифровая экономика Российской Федерации. Цифровой ВУЗ – Университет будущего», организованной между Ярославскими и Рыбинским ВУЗами под патронажем и прямым софинансированием Правительства Ярославской области.

Реализация проекта позволит:

- обновить подход к организации и проведению традиционного учебного процесса;
- сформировать комплексные программно-аппаратные мульти-инструментальные измерительные и технологические рабочие места студента, слушателя и школьника;
- обеспечить эффективную техническую поддержку изучения специальных дисциплин с обеспечением высокого уровня визуализации проводимых измерений, возможностью их сохранения на электронных носителях;
- предоставить возможность оперативного переноса результатов измерений и наблюдений в сферу виртуальных исследований и моделирования благодаря применению специализированных САПР и подключению персонального компьютера;

б) осуществить реорганизацию и дополнение стандартной технологии библиотечного дела.

Учитывая особенности учебного процесса по профилю подготовки технических специалистов в области инжиниринга радиоэлектронных средств и радиоэлектронных систем различного назначения, практическая реализация этого концептуального проекта начата силами студенческого конструкторско-технологического бюро выпускающей кафедры радиоэлектронных и телекоммуникационных систем РГАТУ имени П.А. Соловьёва. В качестве первых двух установок, использующихся сразу в нескольких дисциплинах учебного плана, разрабатываются лабораторный измерительный комплекс и лабораторный технологический паяльный комплекс [1–3].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Кенжахметов Ж.Е.* Лабораторная малогабаритная универсальная двухзоновая паяльная станция-печь с независимыми каналами управления / Ж.Е. Кенжахметов, И.А. Рахметов, А.В. Печаткин // Сборник тезисов докладов XLV ММНК "Гагаринские чтения-2019". М.: МАИ, 2019. С. 278-279.
2. *Кенжахметов Ж.Е.* Лабораторный технологический паяльный комплекс / Ж.Е. Кенжахметов, И.А. Рахметов // Сборник тезисов докладов 26-й Всероссийской межвузовской научно-технической конференции студентов и аспирантов «Микроэлектроника и информатика-2019». М: МИЭТ, 2019. С. 128.
3. *Затыбек Н.Н.* Комплекс удалённого видеонаблюдения и сопровождения процессов для аудиторных занятий и дистанционных форм обучения / Н.Н. Затыбек, А.В. Печаткин // Сборник тезисов докладов XLV ММНК "Гагаринские чтения-2019". М.: МАИ, 2019. С. 515-516.

**ОСОБЕННОСТИ, СПОСОБСТВУЮЩИЕ ВОЗНИКНОВЕНИЮ
ДЕВИАНТНОГО ПОВЕДЕНИЯ. ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ
КОМПЕТЕНТНЫХ ОРГАНОВ**

А.С. Крылов, М.А. Ковальчук

Научный руководитель – **М.А. Ковальчук**, д-р пед. наук,
профессор

Ярославский государственный технический университет

В статье рассматриваются многообразие методов особенностей, способствующих возникновению девиантного поведения подростков. Организация работы и поддержка семей с трудными подростками.

***Ключевые слова:** семья, воспитание, трудный подросток, девиантное поведение.*

**FEATURES CONCERNING THE ORIGIN OF DEVIATED
BEHAVIOR. ACTIVITIES OF COMPETENT
AUTHORITIES**

A.S. Krylov, M.A. Kovalchuk

Scientific Supervisor - **M.A. Kovalchuk**, Doctor of Pedagogical
Sciences, Professor

Yaroslavl State Technical University

The article discusses a variety of methods, a variety of features that contribute to the emergence of deviant behavior of adolescents. Organization of work and support for families with difficult teens.

***Keywords:** family, parenting, difficult teenager, deviant behavior.*

В настоящее время в целом состояние семьи в России можно охарактеризовать как кризисное. Родители, не владея в достаточной степени знанием возрастных и индивидуальных особенностей ребенка, его развития, зачастую осуществляют воспитание вслепую, интуитивно. Современная семья сталкивается с весьма сложными проблемами. Это обусловлено увеличением числа малообеспеченных семей, миграцией семей, в том

числе за пределы государства, ухудшением состояния здоровья населения, изменением традиционных ролей членов семьи, особенно женщин, ростом количества неполных семей. Следовательно, семье требуется систематическая квалифицированная помощь со стороны специалистов.

С семьей тесно связано психическое и физическое здоровье человека. Исследование причин неврозов детей в ряде стран однозначно выдвигает на первое место семейные конфликты, которые не только дезорганизуют, разрушают семью, но и служат основой накопления девиантного потенциала ребенка. Прочная, нормальная семья, имеющая хорошие традиции, напротив, является основой, которая нейтрализует отрицательное воздействие среды на ребенка. К примеру, отрицательное влияние средств массовой информации на психику ребенка, пропаганда “жесткого секса”, насилия, жестокости сеет зерна, которые могут прорасти, если для этого имеется благоприятная почва, то есть проблемная, конфликтная, пьющая семья, или нейтрализоваться нормальной семейной обстановкой, пониманием и вниманием со стороны родителей.

Каковы особенности той или иной семьи, вызывающие или способствующие возникновению отклонений в поведении подростка? Они отражаются в имеющихся классификациях семей, где часто появляются трудные дети. Эти классификации в основном не противоречат, а дополняют друг друга. Рассмотрим некоторые из них:

1. В основу которых кладется содержание переживаний ребенка:
 - Семью с неблагоприятной эмоциональной атмосферой, где родители не только равнодушны, но и грубы, неуважительны по отношению к своим детям;
 - Семью, в которой нет эмоциональных контактов между ее членами, существует безразличие к потребностям ребенка при внешнем благополучии отношений. Ребенок в таких случаях стремится найти эмоционально значимые отношения вне семьи;
 - Семью с нездоровой нравственной атмосферой. Там ребенку приносятся социально нежелательные потребности и интересы, он вовлекается в аморальный образ жизни.

2. Неблагополучные семьи, способствующие появлению трудных подростков:

- Семьи с недостатком воспитательных ресурсов. К ним относятся разрушенные или неполные семьи; семьи с недостаточно высоким общим уровнем развития родителей, не имеющих возможности оказывать помощь детям в учебе; семьи с низким материальным уровнем. Такие семьи сами по себе не формируют трудных детей. дети. Но все же эти семьи создают неблагоприятный фон для воспитания ребенка;
- Конфликтные семьи, где родители не стремятся исправить недостатки своего характера, либо где один из родителей нетерпим к другому.

В таких семьях дети часто держатся оппозиционно, подчас конфликтно-демонстративно;

- Нравственно неблагополучные семьи. Среди членов такой семьи отмечаются различия в мировоззрении и принципах организации семьи, стремление достичь своих целей в ущерб интересам других;

- Педагогически некомпетентные семьи. В них надуманные или устаревшие представления о ребенке заменяют реальную картину его развития.

3. Формирование личностных черт у ребенка путем неправильных методов семейного воспитания:

- Отвергающее (неприятие). Суть его заключается либо в чрезмерной требовательности, жесткой регламентации и контроле, либо в недостатке контроля и попустительстве;

- Гиперсоциализирующее. Возникает на почве тревожной мнительности родителей в отношении здоровья ребенка и других членов семьи, социального статуса ребенка среди сверстников и особенно его успехов в учебе. Проявляется также в чрезмерной озабоченности будущим ребенка и его семьи;

- Эгоцентрическое. Наблюдается в семьях с низким уровнем ответственности, когда ребенку навязывается представление «Я - большой» в качестве самодовлеющей ценности для окружающих;

4. Другие особенности, отрицательно влияющие на ребенка:

- Жизнь вдали от семьи или потеря близкого человека (смерть, развод);

- Психические расстройства или асоциальное поведение родителей (близких людей);

- Жестокость и насилие в семье как между родителями, так и по отношению к самому ребенку. Может проявляться в физической и психологической форме. Стоит отметить, что именно психологическая форма насилия часто оказывается не менее вредной, чем физическая и носит более пагубный характер;

Для родителей трудных детей характерным является неумение правильно выстраивать воспитательную работу и отношения с ребенком. А также организовывать межличностные семейные отношения. В результате чего в семье происходит формирование определенных разногласий и конфликтов. В то время, как основными компонентами семейного воспитания являются, как раз-таки, климат в семье (традиции, уют, межличностные отношения), режим семейной жизни и содержание деятельности родителей. Помимо перечисленных компонентов, существуют и главные функции семьи, такие как: воспитательная, оздоровительная, духовно-нрав-

ственная, познавательная-образовательная, бытовая, трудовая, охранно-защитная, культурно-просветительная, досуговая, творческая, стимулирующая самостоятельный опыт личности.

Для того, что сформировать правильные семейные функции и выработать необходимую деятельность родителей, существуют определенные органы по организации взаимодействия с нуждающимися семьями. Деятельность таких органов предполагает: изучение семьи с целью выявления ее возможностей по воспитанию своих детей; информационное просвещение семьи; вовлечение родителей в совместную деятельность с детьми;

Работа с семьями подростков, состоящих на учете в комиссии по делам несовершеннолетних и защите их прав, представляет собой очень важный, сложный и необходимый для профилактики отклоняющегося от нормы поведения подростков вид деятельности этих комиссий. Как отмечалось выше, семья является одним из важнейших факторов, влияющих на формирование отклонений в поведении молодых людей, поэтому работа по профилактике этих отклонений должна проводиться целостно, комплексно как с самим ребенком, так и с его семьей.

Целью работы с родителями являются профилактика и коррекция дисгармонии семейных отношений и устранение недостатков семейного воспитания как важнейших факторов, вызывающих отклонения в поведении молодых людей.

Деятельность органов по работе с семьей подростка, состоящих на учете в комиссии по делам несовершеннолетних и защите их прав, в настоящее время можно отнести к основному направлению деятельности по профилактике детской безнадзорности, беспризорности несовершеннолетних и проявлений ими различных видов девиантных отклонений и важный фактор коррекции нарушений социализации подростков.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Абрамова Г.С.* Возрастная психология [Текст]. 4-е изд. М., 1999. 672 с.
2. *Аверин В.А.* Психология детей и подростков [Текст]: Учеб. пособие. 2-е изд., перераб. СПб.: Изд-во Михайлова В. А., 1998. 379 с.
3. *Анцупов А.Я.* Конфликтология [Текст] / А.Я. Анцупов, А.И. Шипилов. М.: ЮНИТИ, 2000. 551 с.

**СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ДОКУМЕНТОВ,
РЕГЛАМЕНТИРУЮЩИХ СОДЕРЖАНИЕ
И ОРГАНИЗАЦИЮ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА
ВУЗОВ РОССИИ И ФИНЛЯНДИИ**

А.А. Кутузова

Научный руководитель – **А.Н. Исаев**, канд. пед. наук, доцент

Ярославский государственный технический университет

В работе проведено сравнение на основе документации для программы высшего образования по направлению подготовки 38.03.01 (081000.62) «Экономика», профиль подготовки «Экономическая информатика» степени бакалавр очной формы обучения университета ЯГТУ и нормативных документов направления подготовки «Бизнес-информатика (Business Information Technology)» степени бакалавр финского университета Хаага-Хелиа.

***Ключевые слова:** образовательный процесс, сравнение документации, регламентирующей содержание и организацию образовательного процесса в России и Финляндии.*

**COMPARATIVE ANALYSIS OF DOCUMENTS
REGULATING THE CONTENT AND ORGANIZATION OF
THE EDUCATIONAL PROCESS OF UNIVERSITIES
IN RUSSIA AND FINLAND**

A.A. Kutuzova

Scientific Supervisor – **A.N. Isaev**, Candidate of Pedagogical Sciences,
Associate Professor

Yaroslavl State Technical University

In the work comparison on the basis of documentation for the programs of higher education in field of study 38.03.01 (081000.62) "Economics", specialization "Economic Informatics" degree of bachelor full-time studies at the University of yagtu and normative documents of the specialty "Business Informatics (Business Information Technology)" the degree of bachelor of Finnish University Haaga-Helia.

Keywords: educational process, comparison of documentation regulating the content and organization of the educational process in Russia and Finland.

В рамках исследовательской работы были проанализированы схожие программы высшего образования по направлению подготовки 38.03.01 (081000.62) «Экономика», профиль подготовки «Экономическая информатика» степени бакалавр очной формы обучения университета ЯГТУ и нормативные документы направления подготовки «Бизнес-информатика (Business Information Technology)» степени бакалавр финского университета Наага-Хелиа.

В ЯГТУ учебный (образовательный) план – нормативный документ, являющийся составной частью основной образовательной программы, определяющий набор образовательных областей, видов деятельности и содержащий объемные показатели минимально необходимых и максимально возможных временных затрат (часов) для достижения образовательным учреждением запланированных образовательных результатов.

По каждой дисциплине учебного плана указывают: суммарное количество зачетных единиц по видам занятий, вид контроля знаний, специальную индивидуальную работу.

В университете Наага-Хелиа выбор и распределение предметов по семестрам организовано по-другому.

Учебный план состоит из пяти основных частей:

- Фундаментальные исследования (60 зачетных баллов)
- Профессиональное обучение (90 баллов)
- Обучение по свободному выбору (15 баллов)
- Трудоустройство (30 зачетных баллов)
- Дипломная работа (15 зачетных баллов).

Целевое время для получения степени составляет семь семестров (3,5 года) для студентов дневной формы обучения.

Особенность данного подхода состоит в том, что университет предлагает несколько дисциплин, содержание которых схоже, но различается направленностью. Также могут различаться сроки освоения дисциплины, таким образом обучающийся может выбрать, в каком семестре или, в отдельных случаях, на каком курсе изучать тот ли иной блок.

Основными элементами рабочей программы учебного предмета, в соответствии с подготовленными изменениями, являются:

- планируемые предметные результаты освоения конкретного учебного предмета, курса;
- содержание учебного предмета, курса с указанием форм организации учебных занятий, основных видов учебной деятельности;
- календарно-тематическое планирование с указанием количества часов, отводимых на освоение каждой темы.

В Naaga-Helia в подобном документе для каждой дисциплины обозначаются: объекты изучения, аналогичные компетенциям в рабочей программе российских вузов; начальный уровень, с которым необходимо изучать предмет, и связь с другими дисциплинами; краткое содержание – темы, которые будут рассматриваться; критерии оценки – на каком уровне обучающийся освоил дисциплину, какие компетенции приобрел; дополнительная информация – язык, на котором ведется преподавание предмета; методы обучения дисциплины и инструкции; материалы для изучения и рекомендуемая литература; корпус, в котором проводятся занятия; язык преподавания дисциплины; учебные задания по разделам дисциплины; шкала оценивания; имя преподавателя; даты экзаменов и пересдач; даты, в которые проходит обучение и даты регистрации на курс.

Календарный учебный график — это составная часть образовательной программы, определяющая:

- Количество курсов, учебных недель, их распределение в течение семестра и всего периода обучения по программе;
- Сроки и продолжительность каникул, экзаменационных сессий, учебных и производственных практик, преддипломной практики, государственной итоговой аттестации;
- Даты начала и окончания учебных периодов/этапов.

В связи с тем, что в университете Naaga-Helia студенты самостоятельно подбирают набор предметов на семестр, а для каждого курса (дисциплины) свои сроки освоения, единый календарный учебный график для направления не может быть сформирован.

Содержание и организация образовательного процесса при реализации образовательной программы регламентируется определенными документами. Высшие учебные заведения России и Финляндии имеют схожую структуру этих документов, но из-за особенностей обучения детали могут различаться.

Таким образом, проведенный сравнительный анализ нормативных документов двух вузов показал, что отличие состоит в использовании кредитных единиц как степени трудоемкости дисциплины. Также формы занятий и виды аттестации в учебном плане финских университетов не указываются, в отличие от российских. Рабочие программы учебных курсов также имеют схожую структуру – содержание знаний, умений и навыков по учебному предмету, профессиональные компетенции, логику изучения основных идей с указанием последовательности тем, вопросов и общей дозировки времени на их изучение.

Годовой календарный учебный график присутствует только в направлении подготовки 38.03.01 (081000.62) «Экономика» университета ЯГТУ. В направлении подготовки «Бизнес-информатика (Business Information Technology)» степени бакалавр финского университета Naaga-

Helia такого документа нет из-за особенностей построения обучения. Тем не менее, в финском вузе есть примерный рекомендуемый учебный график. Методические материалы, обеспечивающими реализацию соответствующих образовательных технологий, в университете Наага-Helia указаны в документе, аналогичном российской рабочей программе по курсу.

**ПРОФИЛАКТИКА НАРКОМАНИИ СРЕДИ ДЕТЕЙ
И ПОДРОСТКОВ УЧАСТНИКОВ НЕФОРМАЛЬНЫХ
МОЛОДЕЖНЫХ ОБЪЕДИНЕНИЙ**

П.С. Новиков

Научный руководитель – **М.А. Ковальчук**, д-р пед. наук,
профессор

Ярославский государственный технический университет

Рассматриваются вопросы девиантного поведения подростков, влияния среды на развитие личности, методы и способы решения возникающих проблем.

***Ключевые слова:** девиантное поведение, воспитание подростка, влияние среды на развитие.*

**PREVENTION OF DRUG ADDICTION AMONG
CHILDREN AND ADOLESCENTS OF PARTICIPANTS
IN INFORMAL YOUTH ASSOCIATIONS**

P.S. Novikov

Scientific Supervisor – **M.A. Kovalchuk**, Doctor of Pedagogical
Sciences, Professor

Yaroslavl State Technical University

The issues of adolescent deviant behavior, the influence of the environment on personality development, methods and methods for solving problems are considered.

***Keywords:** deviant behavior, the upbringing of a teenager, the influence of the environment on development.*

Злоупотребление наркотиками, алкоголем и другими психоактивными веществами является в настоящее время одной из острейших глобальных проблем. Это обуславливает необходимость усиления мер, направленных на предупреждение употребления психоактивных веществ, разработки программ профилактики для несовершеннолетних.

Следует подчеркнуть, что очень часто употребление психоактив-

ных веществ несовершеннолетними является симптомом жизненно - личностного или социального, семейного неблагополучия.

Это предполагает приоритет социально-педагогических воздействий при решении проблем профилактики употребления психоактивных веществ. Данная проблема является одной из проблем подростков участников неформальных молодежных объединений. Опасность таит в себе не вообще подростковое общение и неформальные подростковые группы, а лишь те, в которых происходит приобщение несовершеннолетних к употреблению ПАВ [1].

С целью профилактики наркомании среди детей и подростков участников неформальных молодежных объединений мы разработали профилактическую программу, которая может быть реализована на базе средних общеобразовательных школ, учреждений дополнительного образования, центров внешкольной организации работы с молодежью, летних лагерей труда и отдыха для подростков и молодежи, специально организуемых смен в детских оздоровительно-образовательных летних лагерях и социальный проект.

Предлагаемый социальный проект реализуется с целью организации досуга детей и подростков. Проект может быть реализован в совместной деятельности волонтеров и специалистов учреждений образования: средних общеобразовательных школ, системы дополнительного образования.

Могут помочь в реализации проекта общественные организации. Предлагаемая программа основана на авторском понимании профилактики наркомании среди участников неформальных молодежных объединений, а именно профилактику мы рассматриваем как двуединый процесс организации работы с личностью и социальной средой, в которой протекает жизнедеятельность ребенка.

Профилактика употребления наркотических веществ среди участников неформальных молодежных объединений предполагает организацию детского досуга и психолого-педагогическую поддержку молодых людей через проведение цикла занятий, позволяющих обеспечить условия снятия риска проб и употребления наркотических веществ. Субъектами профилактики являются участники различных неформальных молодежных объединений.

Мы в своей работе были ориентированы на массовые уличные группы подростков, объединенных разными интересами.

Профилактика употребления наркотических веществ среди участников неформальных молодежных объединений предполагает организацию детского досуга (реализация социального проекта) и психолого-педагогическую поддержку молодых людей через проведение цикла занятий, позволяющих обеспечить условия снятия риска проб и употребления

наркотических веществ(реализация профилактической программы) [2].

Цель программы: активизация и развитие личностных ресурсов подростков, препятствующих злоупотреблению психоактивными веществами и способствующих формированию здорового образа жизни.

Задачи программы:

1. Информировать подростков о действиях и последствиях злоупотребления психоактивными веществами.
2. Способствовать осознанию подростками собственной системы ценностей.
3. Формировать у подростков навыки поведения, препятствующие злоупотреблению психоактивными веществами.
4. Формировать адекватную самооценку у детей и подростков.

Реализация профилактической программы включает несколько этапов.

Диагностический.

Цель: выявить изменения, происходящие с детьми в результате профилактической работы.

Проводятся два диагностических среза:

- первичный срез, с целью измерить первичный уровень субъективного контроля подростков, их самооценки и зависимости от социального окружения.

- вторичный срез, проводится в конце профилактической работы с целью проследить произошедшие изменения в личности подростков.

Информационный.

Цель: сообщить подросткам необходимую информацию о психоактивных веществах, их действии на организм и последствиях их употребления. Содержание: данный этап включает три лекционных занятия.

Психологический.

Цель: развитие личностных ресурсов подростков, препятствующих употреблению ПАВ.

Задачи:

1. Формировать у подростков положительное отношение к себе, умение ставить перед собой позитивные цели и контролировать свое поведение.
2. Формировать у подростков навыки поведения, препятствующие употреблению ПАВ.

Условия проведения занятий: тренинги рассчитаны на подростков в возрасте от 13 до 16 лет. Занятия проводятся в группах. Оптимальный состав группы от 10 до 12 человек. Тренинги должны проводиться в определенной последовательности:

1. Мои жизненные ценности.
2. Почему люди употребляют наркотики?

3. Мое отношение к наркотикам.

4. Обучение техникам отказа.

Таким образом, реализация профилактической программы среди детей и подростков участников неформальных молодежных объединений обеспечивает условия снятия риска проб и употребления наркотических веществ.

Но профилактическая работа должна также быть направлена и на среду жизнедеятельности детей и подростков, основным направлением в которой является организация альтернативной бесцельному времяпрепровождению досуговой деятельности. С этой целью и предлагается реализация социального проекта «Среда жизнедеятельности подростков» [3].

Цель проекта: создать условие для реализации защитных функций социальной среды, организация альтернативных форм досуговой деятельности подростков участников неформальных молодежных объединений.

Задачи проекта:

- обеспечение занятости подростков-неформалов;
- знакомство детей с альтернативными формами досуга;
- изучение детских групп и коллективов с целью выявления интересов и потребностей детей;

Мы убеждены в том, что если целью профилактической работы будет активизация и развитие личностных ресурсов подростков и обеспечение условий занятости детей и подростков, если профилактическая работа будет осуществляться комплексно, своевременно и непрерывно квалифицированными специалистами, волонтерами и всеми, кто заинтересован в том, чтобы дети и подростки росли нравственно здоровыми людьми, то могут быть достигнуты значительные положительные результаты в профилактической работе [4].

Ожидаемые результаты профилактической работы

- обеспечение занятости детей и подростков участников неформальных молодежных объединений;

- снижение риска проб и употребления наркотических и других ПАВ;

- обеспечение взаимодействия и сотрудничества на основе социального партнерства учреждений образования, волонтеров, общественных организаций, всех кого волнуют проблемы детей и подростков;

- знание особенностей детей и подростков, их предпочтений, сферы интересов, приоритетных ценностей.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ковальчук М.А. Профилактика девиантного поведения в молодежной среде - Ярославль: Издательство ФГБОУ ВО «Ярославская ГСХА» , 2017.

2. *Ковальчук М.А.* Психологические проблемы современной молодежи. Ярославль: Изд-во ЯГТУ, 2019.
3. *Ковальчук М.А.* Девиантное поведение: профилактика, коррекция, реабилитация / М.А. Ковальчук, И.Ю. Тарханова. М.: Издательство ВЛАДОС, 2014.
4. *Ковальчук М.А.* Профилактика наркомании у подростков / М.А. Ковальчук, М.И. Рожков. М.: Издательство ВЛАДОС, 2018.

СТАНОВЛЕНИЕ СИСТЕМЫ ПОДГОТОВКИ ЮРИСТОВ В РОССИИ В ПЕРИОД ПРАВЛЕНИЯ ПЕТРА I

И.А. Филиппов

Научные руководители - **В.Ф. Шевчук**, д-р пед. наук,
профессор;

В.Д. Шевчук, канд. юр. наук, доцент

Ярославский государственный технический университет

Рассматривается становление системы подготовки юристов в России в период правления Великого российского императора Петра I.

Ключевые слова: Петр I, юристы, юриспруденция, образовательные реформы, высшее образование.

FORMATION OF THE LEGAL TRAINING SYSTEM IN RUSSIA DURING THE REIGN OF PETER I

I.A. Filippov

Scientific supervisors - **V.F. Shevchuk**, Doctor of Pedagogical Sciences, Professor; **V.D. Shevchuk**, Candidate of Juridical Sciences, Associate Professor

Yaroslavl State Technical University

The article considers the formation of the system of training lawyers in Russia during the reign of the Great Russian Emperor Peter I.

Keywords: Peter I, lawyers, jurisprudence, educational reforms, higher education.

Первый российский император Петр I снискал себе славу Великого реформатора в том числе и в сфере юриспруденции, по праву считаясь отцом-основателем первого светского образовательного учреждения высшего образования в России, в котором впервые в нашей стране осуществлялась университетская подготовка юристов.

До петровских образовательных реформ юриспруденция в России имела практический прикладной характер. Главными носителями юридических знаний в исследуемый период выступали "чиновники того времени" - дьяки, подьячие и другие приказные, по роду службы вынужденные обращаться к закону.

С 20-х гг. XVII в. в рамках приказов стали возникать специальные школы для обучения подьячих приказному делопроизводству, в рамках которых приказные посредством практической работы с юридическими документами получали необходимые навыки обращения с правовым материалом. Самой крупной школой для обучения приказному делопроизводству была школа при Поместном приказе, в которой одновременно обучалось от 30 до 90 человек. В течение одного–двух лет молодых приказных обучали навыкам быстрого и красивого письма, знакомили с содержанием Соборного уложения и важнейших новоуказных статей, прививали навыки работы с юридическими документами. Закрепленных учителей в таких школах не было. Учащиеся прикреплялись для обучения к опытному дьяку, совмещавшему учительские функции с практической службой в приказе [1, С.92]. Такие школы нельзя назвать юридическими учебными заведениями, поскольку обучение происходило без соответствующей теоретической подготовки, передавались исключительно практические знания.

Первым из российских правителей осознавшим значительную роль приказных в правовых вопросах стал Петр I. Не случайно, согласно ст. 10 «Наказа земским дьякам или секретарям» от 20.04.1720 г., за земскими дьяками (секретарями) были закреплены, по существу, обязанности юрисконсультов. Указанные обязанности выразились: во-первых в необходимости архивирования в Земской Канцелярии всех указов и учреждений Его Величества, нормативных документов Государственных коллегий; во-вторых в проверке всех Воеводских (губернаторских) указов, учреждений и резолюций на соответствие уложениям и указам Его Величества, учреждениям и резолюциям Государственных Коллегий; в-третьих в необходимости указания Земским дьяком (секретарем) Воеводе (губернатору) на наличие противоречий указов, учреждений, резолюций уложениям и указам Его Величества, учреждениям и резолюциям Государственных Коллегий, если противоречия имеются [2]. Служащие составляли узкую группу правоведов и не могли обеспечить надлежащего обслуживания, расширившегося в течение второй половины XVII в. запроса общества и фактического гражданского оборота. При довольно запутанном состоянии законодательства приказные часто использовали свою монополию на юридические знания в корыстных целях, обращает внимание А.В.Косарев [1, с.92]. В связи с чем, по нашему мнению, на повестку дня вставал вопрос о необходимости профессиональной подготовки юристов

в образовательных учреждениях и неразрывной связи практического обучения с теоретической подготовкой.

Начало отечественного юридического образования положено в период правления Петра 1, по Указу которого от 28.01.1724 г. в Петербурге была создана Академия наук с университетом и гимназией, где впервые в России учреждался юридический факультет и надлежало обучать прав искусству (юриспруденции)[3].

Профессор МГУ им. М.В. Ломоносова, д.ю.н. В.А.Томсинов оценивает 18 век как переходную эпоху в развитии русской правовой культуры, оформившую становление в России новой системы подготовки юристов, соответствующей потребностям страны[4, С.7], с чем безусловно необходимо согласиться. Можно сказать, что Петр I выступил основателем в России не только университетского образования, но и высшего юридического образования, очертив своим указом основы университетского устройства и функционирования. Именным Указом от 28.01.1724, объявленным из Сената "Об учреждении Академии и о назначении для содержания оной доходов таможенных и лицензных, собираемых с городов Нарвы, Дерпта, Пернова и Аренсбурга" были также определены и основные дисциплины, входящие в программу обучения на юридическом факультете - политика, этика, право натуры, "...аще же еще похочется славного, правам искусного человека, при том определить, оное толь наилучше было бы" [3].

Однако, каких-либо конкретных действий по введению юридического образования в России Петром I предпринято не было, обращают внимание Д.М.Лифанов и М.К.Назарова[5, С.122]. Действительно, развитие юридического образования в России произошло уже после смерти Великого российского императора. Вторит им и Д.О.Серов, указывающий на сложность объяснения "отчего Петр I не предпринял никаких мер по насаждению в России юридического образования - учитывая, что в образцовой для него Швеции к началу XVIII века функционировали четыре университета ..., в которых имелись юридические факультеты"[6, С.78]. Вероятно, этот вопрос так и останется без ответа.

Оценивая петровские преобразования в сфере подготовки юристов через призму времени, отметим, что они были своевременны, порождались объективной необходимостью, были направлены на совершенствование системы государственного управления, выступили фундаментом профессионализации сферы публичного управления и основой развития юридического образования в рамках дальнейших исторических этапов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Косарев А.В.* Юридические общества и их влияние на развитие юридического образования в России XVII в. / А.В.Косарев // Вестник Тамбовского университета. Серия Политические науки и право. 2015. № 2. С. 91-94.

2. «Наказ земским дьякам или секретарям» от 20.04.1720 г. // Полное собрание законов Российской империи с 1649 года. СПб.: Типогр. II Отделения е. и. в. канцелярии, 1830. Т. 6. № 3571.
3. Именной Указ от 28.01.1724, объявленный из Сената "Об учреждении Академии и о назначении для содержания оной доходов таможенных и лицензных, собираемых с городов Нарвы, Дерпта, Пернова и Арнсбурга". С приложением проекта об учреждении Академии // Университетская реформа 1863 года в России / В.А.Томсинов. М.: Зерцало, 2012. С. 3-10.
4. *Томсинов В.А.* Юридическое образование и юриспруденция в России в XVIII столетии: учебное пособие / В.А. Томсинов. Издание второе, дополненное. М.: Зерцало-М, 2012. 232 с.
5. *Лифанов Д.М.* Познание истории юридического образования сквозь призму юбилеев и юбилейных практик (на примере Уральского государственного юридического университета) / Д.М.Лифанов, М.К.Назарова // Электронное приложение к Российскому юридическому журналу. 2018. № 2. С. 118-136.
6. Серов Д.О. Российские судьи и высшее юридическое образование / Д.О. Серов // Высшее образование в России. 2013. № 10. С. 77-82.

ЦЕННОСТНЫЕ ОРИЕНТАЦИИ СТУДЕНЧЕСКОЙ МОЛОДЕЖИ: ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ АСПЕКТ

И.С. Чепайкин, М.А. Ковальчук

Научный руководитель – **М.А. Ковальчук**, д-р пед. наук,
профессор

Ярославский государственный технический университет

Рассматриваются особенности ценностных ориентаций студентов ЯГТУ. Определены факторы, влияющие на формирование ценностных ориентаций.

***Ключевые слова:** ценностные ориентации, ценность, факторы, методика Милтона Рокича.*

VALUABLE ORIENTATIONS OF STUDENT YOUTH: A RESEARCH ASPECT

I.S. Chepaikin, M.A. Kovalchuk

Scientific Supervisor - **M.A. Kovalchuk**, Doctor of Pedagogical
Sciences, Professor

Yaroslavl State Technical University

Peculiarities of the value orientations of students of YaTU are considered. The factors influencing the formation of value orientations are determined.

***Keywords:** value orientations, value, factors, Milton Rokich's technique.*

Меняется время, меняются общественно экономические условия развития человека. А что меняется коренным образом на фоне резких социально-экономических преобразований? Безусловно меняются жизненные ориентиры этого общества, на смену устаревшей ценностно- нормативной основы взаимоотношений людей приходит новая ценностная база, приходят те ценности, которые принимаются большей частью общества и те, которые разделяются различными субкультурами данного общества [1].

Более семидесяти лет советской власти способствовали формирова-

нию четких ценностных основ общественной жизни. Были те люди, которые их не принимали, но большинство общества их разделяло. Что же привнесла в нашу жизнь перестройка?

На наш взгляд, произошёл процесс, когда, отрицая все что было раньше, те нормы и ценности общественной жизни, которые определяли основы взаимоотношений и жизни деятельности людей в обществе были перечеркнуты как представляется «вместе с водой выплеснули и ребенка» [2], а что осталось? Какие ценности разделяет современная молодежь, какие ценности ей категорически неприемлемы?

Встаёт очень много вопросов, на которые бы хотелось получить ответы в исследовательской плоскости.

Но сначала бы хотелось определиться с понятиями «нормы и ценности, принятые в обществе» и «ценностные ориентации».

Первое понятие более общее и широкое, оно включает в себя те ценности, которые разделяет большая часть нашего общества и реализует их в качестве нормативной основы своего поведения среди других людей.

Второе понятие более узкое и имеет конкретную личностную направленность. Ценностные ориентации – это те ценности, которые разделяет конкретный человек и которые являются ориентирами в его жизнедеятельности.

Изучению ценностной сферы человека посвящено много исследований.

Наш аспект – по каким факторам можно выявить различие ценностных ориентаций современной молодежи. Мы остановились на студенческой молодежи. Выборка для исследования-320 человек, студенты вузов города Ярославля, уровень подготовки – бакалавриат. Количество юношей и девушек приблизительно одинаковое. Наша выборка является репрезентативной, поскольку она представляет собой все особенности генеральной совокупности из которой была сделана.

Методика, которую мы выбрали для исследования – это методика Милтона Рокича, направленная на рейтинговую оценку инструментальных и терминальных ценностей.

Терминальные ценности – это жизненные ориентиры человека, определяющие его цели в жизни, инструментальные ценности – это то. Как и с помощью каких средств он готов достигнуть эти цели.

На первом этапе исследования мы опросили студентов ЯГТУ: химико-технологический, машиностроительный и автомеханический факультет.

В своей статье хотим представить в обобщенном виде полученные первые результаты нашего исследования.

Первый фактор, по которому наблюдаются явные различия – это пол.

Для представителей женского пола приоритетными терминальными ценностями являются здоровье и свобода, а инструментальными ценностями – честность и воспитанность

Для представителей мужского пола приоритетными терминальными ценностями являются здоровье и развитие, а инструментальными ценностями – независимость и образованность

Второй фактор – это тип проживания – городская или сельская местность.

Для представителей городской местности приоритетными терминальными ценностями является материально обеспеченная жизнь, а инструментальными ценностями – высокие запросы, образованность, жизнерадостность.

Для представителей сельской местности приоритетными терминальными ценностями являются наличие хороших и верных друзей, интересная работа, а инструментальными ценностями – независимость, ответственность.

Третий фактор – факультет, на котором обучаются студенты.

Для студентов химико-технологического факультета приоритетными терминальными ценностями являются развитие, материальная обеспеченность, а инструментальными ценностями – образованность, честность, независимость.

Для студентов автомеханического факультета приоритетными терминальными ценностями являются здоровье и свобода, а инструментальными ценностями – честность, воспитанность и образованность.

Таким образом, по результатам первого этапа нашего исследования, направленного на изучение ценностных ориентаций студенческой молодежи (на первом этапе по методике Милтона Рокича были опрошены студенты ЯГТУ, выборка описаны выше) мы можем сделать вывод, что наблюдаются явные различия в ценностной сфере молодых людей по таким факторам как пол, место проживания и факультет, на котором обучаются молодые люди.

Следующий этап нашего исследования -изучение ценностной сферы студентов ЯГПУ им. К.Д.Ушинского, студентов ЯГСХА и работающей молодежи и проведение сравнительного анализа.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ковальчук М.А. Социологический анализ ценностных ориентаций молодежи (статья) / М.А. Ковальчук // Научный журнал АПК «Верхневолжья» 2008. № 1(1).

2. *Ковальчук М.А.* Негативные тенденции в формировании молодежной субкультуры / М.А.Ковальчук //Ярославский педагогический вестник. Ярославль: Издательство ЯГПУ, 2005. № 4(45).

АКТИВНЫЕ И ИНТЕРАКТИВНЫЕ МЕТОДЫ ОБУЧЕНИЯ СТУДЕНТОВ В ВУЗЕ

Е.М. Шастина, М.А. Ковальчук

Научный руководитель – **М.А. Ковальчук**, д-р пед. наук,
профессор

Ярославский государственный технический университет

В статье рассматриваются многообразие методов обучения студентов в учебном процессе, которые помогают достичь студентам определенного уровня знаний, умений и навыков в выбранной профессии.

***Ключевые слова:** обучение, вуз, активное, интерактивное обучение.*

ACTIVE AND INTERACTIVE METHODS OF TEACHING STUDENTS AT HIGHER EDUCATION INSTITUTION

E.M. Shastina, M.A. Kovalchuk

Scientific Supervisor - **M.A. Kovalchuk**, Doctor of Pedagogical
Sciences, Professor

Yaroslavl State Technical University

The article discusses the variety of methods of teaching students in the educational process that help students achieve a certain level of knowledge, skills in the chosen profession.

***Keywords:** training, university, active, interactive learning.*

В России с конца 1990х гг. в профессиональном образовании господствует личностно-ориентированная парадигма, целью которой является профессиональное развитие личности с учетом способностей, талантов, накопленного опыта и склонностей обучающегося. Поэтому в настоящее время вузы ориентируют процесс обучения в первую очередь на личность, на получение ими знаний, умений и навыков, а также на создание условий гармоничного развития личности. Все это должно способствовать получению необходимой квалификации в выбранной профессии.

Для формирования компетенций необходимо активное участие всех заинтересованных сторон процесса обучения:

- от внутривузовской среды, ориентированной на современные запросы и требования рынка;
- от преподавателей, разрабатывающих и применяющих новые методики и инструменты преподавания;
- от студентов, заинтересованных в процессе обучения;
- от предприятий, желающих получить высококвалифицированных специалистов и принимающих активное участие в процессе обучения.

Наибольший интерес представляет участие преподавателя в образовательном процессе. Инструментами для реализации личностно-ориентированного подхода могут служить использование различных методов обучения студентов в вузе. Все многообразие методов обучения можно разделить на: пассивные, активные и интерактивные. Вектор развития в настоящее время направлен на использование активных и интерактивных методов обучения.

Активные методы обучения представляют собой непосредственную связь преподавателя и студента, причем студенты являются активными участниками занятий.

В интерактивных методах обучения происходит взаимодействие не только преподавателя и студента, но и взаимодействие непосредственно между студентами. Роль преподавателя – направлять деятельность и работу студентов к заданной цели. Интерактивные методы обучения являются одним из эффективных средств подготовки качества выпускников и привития им соответствующих знаний, умений и навыков, а также одним из способов приобретения практического опыта студентами для дальнейшей работы.

Для применения активных и интерактивных методов обучения должны быть разработаны специальные методические материалы, содержащие план занятия, необходимый раздаточный материал и т.п. Применение активных и интерактивных методов обучения в учебном процессе должно проводиться в дружеской атмосфере, обязательно должен присутствовать свободный обмен мнениями, ни один обсуждаемый в рамках учебного занятия вопрос и мнение не должно остаться без внимания.

Перечень интерактивных методов обучения достаточно большой, среди наиболее часто применяющихся в учебном процессе вуза можно выделить следующие:

- дискуссия («круглый стол»);
- «мозговой штурм»;
- деловая (ролевая) игра;
- анализ конкретных ситуаций и т.п.

Все эти методы должны широко использоваться и используются преподавателями при проведении семинарских, практических и лабораторных работ.

Применяя и комбинируя различные интерактивные и активные методы обучения, преподаватель способствует формированию у студентов определенных знаний, умений и навыков, которые необходимо достичь в результате освоения дисциплины.

Т.о. применение активных и интерактивных методов обучения повышает результативность и эффективность образовательного процесса, что позволяет достичь необходимых компетенций у студентов при решении практических задач.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Макарова О.А.* Ситуационный подход как конкретизация личностно-ориентированной парадигмы профессионального образования / О.А. Макарова, М.А. Ковардакова // Современные исследования социальных проблем (электронный научный журнал): Изд-во: Общество с ограниченной ответственностью "Научно-инновационный центр" (Красноярск), 2017. Том 8, № 6-2. С. 128-137.
2. *Григораш О.В.* Интерактивные методы обучения в современном вузе / О.В. Григораш, А.И. Трубилин // Научный журнал КубГАУ. № 101(07), 2.

КУРСЫ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ПОДГОТОВКИ СТУДЕНТОВ К РАБОТЕ В ДЕТСКОМ ЛАГЕРЕ

В.В. Шишкунов, А.В. Косоурихина

Научный руководитель – **А.В. Косоурихина**, канд. пед. наук,
доцент

Ярославский государственный технический университет

В работе рассматривается программа подготовки студентов к работе в детском лагере, цели курсов, реализация проекта.

***Ключевые слова:** профессиональная компетенция, реализация, результаты и перспективы.*

COURSES OF PROFESSIONAL TRAINING OF STUDENTS FOR WORK IN CHILDREN'S CAMP

V.V. Shishkunov, A.V. Kosourikhina

Scientific Supervisor - **A.V. Kosourikhina**, Candidate of Pedagogical
Sciences, Associate Professor

Yaroslavl State Technical University

The paper considers the program of preparing students for work in a children's camp, the objectives of the courses, and the implementation of the project.

***Keywords:** professional competence, implementation, results and prospects.*

Я провел свои наблюдения в сфере детских лагерей России, а в частности проанализировал Международный Детский Центр «Артек», в котором проходил учебную практику в 2018 году в статусе «вожатого». Каждый желающий студент, обучающийся в ВУЗе с педагогической направленностью, может стать участником вожатского движения и стать работником детского лагеря. Но не каждый готов к деятельности, ожидающей

его за стенами лагеря. Формирования профессиональной компетентности вожатого посредством дополнительной подготовки (курсов) – это то, что нужно кадрам, перед работой в МДЦ «Артек».

Для решения данной проблемы я разработал курсы для подготовки студентов к вожатской деятельности в детском лагере «Артек» под названием: «Введение в профессию вожатого».

Программа курсов рассчитана на подготовку кадров (студентов) Ярославского Государственного Технического Университета, которые будут работать вожатыми в Международном Детском Центре «Артек». Образовательная программа ориентирована на получение знаний и умений работника детского лагеря.

Контингент студентов: 1-4 курс. Набирается группа до 20 человек на курс занятий. Занятия будут проводиться на кафедре «Профессиональное обучение» в течение 1-го месяца.

Студенты, которые посещали курсы и сдали экзамен, получают сертификат участника курсов «Введение в профессию вожатого».

Цели и задачи курсов:

1. Изучение способов организации творческого досуга (на практике)
2. Рассмотрение различных ситуаций воспитательного характера во время работы с детьми, психологические воздействия (на практике)
3. Формирование представлений о здоровом образе жизни через общественные мероприятия
4. Изучение и правильное оказание первой доврачебной помощи (на практике)
5. Изучение истории Южного Берега Крыма, выделение достопримечательных мест
6. Методическое оформление педагогической документации

Средства достижения целей:

Для профессиональной подготовки обучающихся к работе в лагере была создана специальная образовательная программа на основе лекций, практических занятий и экзамена.

№ п/п	Наименование дисциплин	Общая трудоемкость, в акад. час.	Работа обучающегося, в акад. час.	
			Лекции	Практические занятия
1.	Теория организации творческого досуга детей	16	8	8
2.	Воспитательно-психологические тренинги	8	0	8
3.	Формирования представлений о здоровом образе жизни	8	8	0
4.	Оказание первой доврачебной помощи	8	4	4
5.	История ЮБК	8	8	0
6.	Оформление документации	8	0	8
Итоговый междисциплинарный экзамен			4	
ИТОГО:			60	

Результаты и перспективы:

1. Вы готовы к работе в качестве старшего вожатого. Вы умеете создавать условия для саморазвития творческой индивидуальности детей и подростков, организовывать кружки, объединяющие детей по интересам. Вы способны ориентировать на творческое исполнение поставленных задач. Вы осознаете важность работы старшего вожатого для организации детского досуга, развития лидерских качеств, формирования активной жизненной позиции.

2. Вы профессионально ведете себя в различных ситуациях в кругу детей, можете найти общий язык с любым ребенком, помочь ему не только словами, но и действиями. Каждая сложная ситуация, связанная с какими-то трудностями ребенка во время смены, более знакома для Вас, благодаря практическим занятиям на курсах подготовки.

3. Вы готовы пропагандировать здоровый образ жизни на протяжении всей смены, вести зарядки, побуждать детей к участию в различных спортивных мероприятиях и конкурсах.

4. Вы изучили все достопримечательности Южного Берега Крыма и готовы ответить на любые вопросы детей.

5. Быть готовым к первой доврачебной медицинской помощи – неотъемлемая часть подготовки вожатого для работы с детьми. Вы знаете все принципы оказания помощи и готовы вести себя профессионально в любой экстремальной ситуации.

6. Вы умеете заполнять педагогический дневник, путевые листы и больничные карты во время смены.

Реализация проекта:

Данный проект я планирую реализовать как дополнительную дисциплину в Ярославском Государственном Техническом Университете с 1 сентября 2020 года. В рамках проекта участие могут принять все студенты, заинтересованные в вожатской деятельности.

Заключение:

Я считаю, что проблема неподготовленности кадров к работе в детском лагере будет решена благодаря курсам подготовки вожатых. Формирование профессиональной компетентности вожатого с помощью дополнительной подготовки (курсов) – это то, что нужно кадрам, перед работой в детском лагере.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Борисова М.М.* Педагогика детского оздоровительного лагеря / М.М. Борисова, Н.Н. Илюшина, Н.П. Павлова. ИНФРА-М, 2019.
2. История вожатского дела: Методические рекомендации / Н.Ю. Галой, И.А. Горбенко, Л. А. Долинская и др.; под общ. ред. Е.А. Левановой, Т.Н. Сахаровой. М.: МПГУ, 2017. 200 с.

СЕКЦИЯ «СТРОИТЕЛЬСТВО И АРХИТЕКТУРА»

УДК 72

ПАРК МИНИАТЮР СТАРИННЫХ ДОСТОПРИМЕЧАТЕЛЬНОСТЕЙ ПЕРЕСЛАВЛЯ-ЗАЛЕССКОГО «СТАРЫЙ ГОРОД»

Ю.М. Базай, Н.Н. Кудряшов

Научный руководитель – **Н.Н. Кудряшов**, кандидат архитектуры,
профессор

Ярославский государственный технический университет

В статье анализируется актуальность создания паркового комплекса скульптурных миниатюр, старинных достопримечательностей Переславля-Залесского, которые являются архитектурным, историческим и духовным наследием России. Описывается проект его архитектурно-художественного решения и функциональная программа создания и развития.

***Ключевые слова:** парк миниатюр, старый город, парк-музей, старинные здания в миниатюре, архитектура Переславля-Залесского, города Золотого Кольца*

PARK OF MINIATURES OF ANCIENT SIGHTS OF PERESLAVL-ZALESSKY "OLD TOWN"

Yu.M. Bazay, N.N. Kudryashov

Scientific Supervisor – **N.N. Kudryashov**, Candidate of Architecture,
Professor

Yaroslavl State Technical University

The article analyzes the relevance of creating a park complex of sculptural miniatures, ancient sights of Pereslavl-Zalesky, which are the architectural, historical and spiritual heritage of Russia. The project of its architectural and artistic solution and the functional program are described.

***Keywords:** miniature park, old city, museum park, ancient buildings in miniature, architecture of Pereslavl-Zalesky, the city of the Golden Ring.*

Переславль-Залесский - один из древнейших городов России, основан в 1152 году. Здесь родился и княжил выдающийся государственный деятель и полководец Александр Невский. В конце XVII века юный царь Петр I на берегу Плещеева озера положил начало русскому военному флоту.

С давних пор Переславль-Залесский был одним из крупнейших духовных центров России, в городе действовало множество монастырей и церквей. После 30-х годов XX века, к сожалению, удалось уцелеть лишь меньшей части городских святынь. Многим из них была уготована печальная и трагическая участь. О них свидетельствуют старожилы, сохранившиеся архивные документы, фотоснимки старого города. Переславль – один из немногих русских городов, где можно увидеть уцелевший оборонительный земляной вал XII века, некогда окружавший старый город.

Прошлый век мало изменил Переславль, расположенный в стороне от железной дороги, город рос медленно и почти не развивался. Туристические автобусы и сегодня проезжают через город, останавливаясь всего на пару часов, выбирая для посещения из всего многообразия исторического наследия города, всего лишь 2-3 достопримечательности. В большинстве случаев туристы приезжают целенаправленно в один храм или монастырь, не посещая остальные, а чаще всего и не зная об их существовании. Исправить этот недостаток внимания к старинной архитектуре города, можно только созданием комплекса парка миниатюр с собранием в одном месте всех объектов исторического и культурного наследия Переславля-Залесского.

Парк миниатюр – особый вид парка-музея под открытым небом, в котором демонстрируются уменьшенные копии (макеты и модели) архитектурных сооружений. Создание такого комплекса даст обширный обзор важнейших архитектурных памятников старого Переславля, покажет нам художественную и архитектурную жизнь московской провинции XVI в., связь её с памятниками зодчества северных монастырей.

Первые частные парки миниатюр появились, предположительно, в начале XX века. Обычно макеты зданий служили декором для садовых железных дорог. Первым общедоступным парком миниатюр стал парк Беконкот, открытый в 1929 году. Сначала парки миниатюр были популярны только в Великобритании, но после Второй мировой войны они стали появляться и в Европе.

В России имеются посвящённый городу парк миниатюр в Александровском парке в Санкт-Петербурге, Парк Миниатюр архитектурных шедевров России в Калининграде. После присоединения Крыма к списку российских парков добавились Бахчисарайский парк миниатюр и парки «Крым в миниатюре» в Алуште и в Евпатории.

Парки миниатюр выделяются своим разнообразием, как по масштабу, так и по темам. В Великобритании и других англосаксонских странах наиболее популярны крупные масштабы от 1:9 до 1:12. В Европе распространён масштаб 1:25. В этом масштабе построены такие известные парки, как Мини-Европа в Бельгии, Мадюродам в Нидерландах, Минимундус в Австрии и другие.

Изучая примеры подобных парков со всего мира, анализируя методы и технологии подачи информации, необходимо взять самое лучшее и реализовать в данном проекте. Сегодня на территории Переславля-Залесского и его районе сохранились и были восстановлены 5 монастырей, 13 храмов и церквей, 2 часовни, что позволило сохранить его, как один из наиболее целостных старинных городов Золотого Кольца.

При проектировании комплекса парка миниатюр, необходимо на выбранном участке земли, смоделировать и сохранить в масштабе реальное расположение всех архитектурных объектов, с привязкой к основной дороге Москва-Ярославль и реке Трубеж, впадающей в Плещеево озеро. Дорога, перенесённая в масштабе на проект, выложенная брусчаткой, должна нести функцию пешеходной зоны, а река Трубеж, реализованная в своих границах, выполнена в материале синего цвета, также с функцией пешеходного движения. Рассматривается и вариант создания реки с замкнутой системой на водной основе, с пешеходным мостиком через неё. Центром композиции сделать историческую площадь, обнесённую оборонительными, земляными валами. Основой всего комплекса станут архитектурные макеты монастырей и храмов, хорошо сохранившиеся и дошедшие до нашего времени: Феодоровский монастырь, Горицкий монастырь, Свято-Троицкий монастырь, Свято-Никольский монастырь, Никитский монастырь, Владимирский собор, Знаменская церковь, Симеоновская церковь, Спасо-Преображенский собор, Покровская церковь, Смоленско-Корнилевская церковь, Сретенская церковь, Церковь Александра Невского, Церковь Петра Митрополита, Церковь Сорока мучеников, Троицкая церковь, Церковь Рождества Пресвятой Богородицы, Церковь Сергия Радонежского, Часовня Крест, Черниговская часовня.

При создании комплекса стоит обратить внимание, что многие архитектурные памятники русского зодчества в Переславле-Залесском были полностью уничтожены в 1930-х годах. В исторических документах их количество насчитывало 17 построек. После проведения изыскательных работ с историческими документами и выявления исчезнувших объектов архитектуры, необходимо их восстановить в проектируемом парке миниатюр, в соответствии с их масштабом. Материал для их создания выбрать прочный, прозрачный или полупрозрачный красного цвета или с красной подсветкой, чтобы выделить и подчеркнуть всю полноту трагедии невосполнимой утраты, с соответствующим музыкальным сопровождением.

Кроме православных церквей и монастырей, в Переславле-Залеском есть не менее интересные гражданские постройки XIX – начале XX века: фабрики Павлова, Гольмберга и Борисова, здания приходского и городского училищ, женской и мужской гимназии, а также несколько частных домов и усадеб, сохранивших традиции деревянного и каменного зодчества. Их тоже необходимо рассмотреть в масштабе реализуемого проекта парка миниатюр.

Концепция комплекса в создании туристического пространства, где в одном месте будет собрано историческое, архитектурное и духовное наследие Переславля-Залесского и России. Посещение парка миниатюр даст возможность за короткое время получить обширные знания о истории города и его старинной архитектуры, а также исчезнувшем наследии. Позволит, в деталях объёмных композиций, познакомиться с большим богатством русского зодчества наших предков, рассмотрев их на уровне вытянутой руки, что невозможно сделать в реальности. Концепция должна до глубины души пробирать каждого посетителя, никого не оставляя равнодушным от масштабов величия истории нашего народа. Такой комплекс станет первым на территории «Золотого кольца», по своему функциональному назначению и образу, и повысит привлекательность Переславля-Залесского для всех интересующихся российской историей и культурой. Парк миниатюр создаст дополнительный импульс для развития туризма и посещаемости города, появлению образовательных программ и роста патриотического воспитания среди молодёжи. Новый, проработанный до мелочей, комплекс архитектурных композиций, привлечёт ещё больше внимания иностранных гостей к старинному городу и создаст условия для дальнейшего его развития.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Воронин Н.Н.* Переславль-Залесский. М.: Melanar, 2003. 30 с. (дата обращения 11.03.2020).
2. *Пэнэжко О.* Протоиерей. «Храмы и монастыри г. Переславля-Залесского и окрестностей». Владимир, 2007. 366 с. (дата обращения 15.03.2020).
3. *Каулен М.Е.* Музеи-храмы и музеи-монастыри России. М., 2005 (дата обращения 12.03.2020).
4. *Смирнов М.И.* Переславль-Залесский. Его прошлое и настоящее. М., 1911 (дата обращения 11.03.2020).
5. *Воронин Н.Н.* Переславль-Залесский. М., 1948 (дата обращения 13.03.2020).

РЕНОВАЦИЯ, РЕКОНСТРУКЦИЯ И ОПТИМИЗАЦИЯ ТИПОВОГО ЖИЛЬЯ ЗАСТРОЙКИ XX ВЕКА

Е.В. Баранов, Е.В. Синицына

Научный руководитель – **Е.В. Синицына**, канд. ист. наук, доцент

Ярославский государственный технический университет

В работе рассматриваются пути реновации и реконструкции типовых жилых домов середины 20-го века, проблемы, возникающие с конструктивной точки зрения, методы их решения, а также принципы оптимизации зданий под нужды современных граждан.

***Ключевые слова:** функциональная архитектура, реновация, реконструкция, Хрущёв, панельное домостроение, типовая застройка.*

RENOVATION, RECONSTRUCTION AND OPTIMIZATION OF TYPICAL HOUSING DEVELOPMENT OF THE 20th CENTURY

E.V. Baranov, E.V. Sinitsyna

Scientific Supervisor – **E.V. Sinitsyna**,
Candidate of Historical Sciences, Associate Professor

Yaroslavl State Technical University

The paper discusses the ways of renovation and reconstruction of typical residential houses of the mid-20th century, problems arising with a constructive point of view and methods for solving these problems, as well as principles of buildings optimization for the needs of modern citizens.

***Keywords:** functional architecture, renovation, reconstruction, Khrushchev, panel-housing construction, typical housing.*

В последние годы наметился интерес в государственных масштабах к вопросу о реновации, реконструкции и оптимизации типовых жилых построек прошлого столетия. По данным статистики, в усредненном значении по городам, более 40% граждан РФ проживают в «хрущевках» – многоквартирных быстровозводимых домах, строившихся начиная с 1949 г. по всему СССР согласно указу Н.С. Хрущева, откуда за ними и закрепилось такое народное название.

В наши дни главной причиной обращения к проблеме реновации пятиэтажек является их чрезмерный износ, а также несоответствие современным как эстетическим, так и эксплуатационным требованиям. Этот вопрос породил множество споров, основным тезисом которых является дилемма «сноса или реконструкции». При засилье типовой застройки по всей стране, невозможно одновременно обеспечить строительство новых зданий на месте старых, поскольку необходимо расселение людей из этих домов в новостройки. Более того, возведение совершенно новых жилых комплексов на месте «хрущоб» подразумевает прежде всего снос зданий, что является весьма дорогостоящим мероприятием – инвесторам просто невыгодно вкладывать в это свои средства. Именно поэтому проекты реконструкции и реновации типовой застройки являются актуальными и востребованными на данный момент, ведется активное обсуждение и разработка разнообразных концепций решений этой проблемы.

Как и в любом здании старого жилого фонда, в «хрущевках» существует множество подводных камней с точки зрения инженерной подоплеки, которые нельзя не упомянуть. Железобетонные панели и панельные дома имеют массу достоинств и недостатков. В первую очередь нужно понимать, что в отличие от каркасных зданий и построек, где нагрузку от перекрытий воспринимают несущие стены, будь то из кирпича, здание из панелей собирается по принципу конструктора, где каждая его составляющая имеет свою несущую функцию.

Легкость и скорость при возведении этих домов заключается в том, что, привозя готовые панели с завода ЖБК, они монтировались в свое проектное положение сваркой металлических закладных деталей на самих панелях при помощи уголков, пластин и стержней арматуры, которые закрывались заделкой защитного слоя бетона. Каждая вертикальная панель, которая выполняет роль стены между внутренними помещениями, либо несет на себе нагрузку от плиты перекрытия, габариты которой рассчитаны на конкретное помещение, либо выполняет каркасную функцию. Этот аспект является главным плюсом, за счет того, что это ускоряет темпы строительства в разы. Однако, учитывая то, что вся конструкция работает совместно и при потере одного из элементов здание может «сложиться» как карточный домик, является и главным минусом. Также, важно понимать, что первые серии панельных домов были рассчитаны на безопасную эксплуатацию сроком лишь в 25 лет, поскольку именно за этот период межпанельные связи корродируют до своего предельного безопасного значения. В связи с этим фактом, занимаясь реновацией и реконструкцией панельных домов, нужно учитывать то, что почти все дома ранних серий находятся в аварийном состоянии и подлежат сносу.

Однако «хрущевки» – это не только панельное домостроение, но и здания из кирпича, которые мы можем видеть сплошь в заводских районах

городов в не меньшем изобилии. Основная задача их строительства заключалась в том же компоненте – снабдить жилой площадью каждую семью страны, «маленькой, зато своей». Конструктив этих домов прост, известен и изучен. В сравнении с панельными, эти дома имеют наружные несущие кирпичные стены, контур которых прерывается только ритмами окон и балконов, не имеет стыков и деформационных швов железобетонных панелей, что усложнило бы технологии проработки проектов реновации фасадов и внешнего облика всего здания. Поэтому можно считать «хрущевские» кирпичные дома более пригодными для реконструкции и оптимизации под нужды современного населения, обновления их внешнего облика и придания ему совершенно нового характера, при этом сохраняя его аутентичность.

«Московские баталии». Больше всего споров на тему «сноса/реконструкции» пятиэтажек разгорелось в Москве. Многие считают, что в современной столице не место пережиткам прошлого века. Но всё же положительный опыт оптимизации старых домов и придания им современного внешнего вида все-таки есть. Пути решения этой задачи достаточно разносторонние. Существуют проекты, удобные тем, что не требуют выселения жильцов на время их реализации. Они имеют характер развития неких паразитарных форм на объеме в виде надстройки мансардного этажа, обрамленного различными элементами хай-тека, вроде расположения на фасадах вертикальных коммуникаций лифтов, и задания пластики при помощи солнечных панелей, вследствие чего старое и унылое здание начинает жить новой жизнью, и даже «принимать» на том же фундаменте «гостей» в новых жилых площадях, стоимость которых на треть дешевле, чем в панельной новостройке, что говорит о их привлекательности для будущих собственников и предполагает спрос на такой вид жилья.

Реновация в Санкт-Петербурге. В 2018 г. начал набирать силу проект студентов СПбГАСУ по реновации, где путем наращивания объемов к основному зданию, функционально оснащая их лифтовыми шахтами, возводя вертикали лоджий, безликой и безобразной «коробке» придается роль доминанты в совершенно новой объемно-пространственной композиции. Такие решения требуют усиления старого фундамента и пристройки к нему новых частей.

Проекты более кардинального и несколько утопичного решения проблемы предусматривают строительство «здания над зданием», где финальной точкой комплекса работ предполагается 17-этажный объем с 12-ю жилыми и 5-ю торговыми или коммерческими уровнями, возведенными после разбора «хрущевки». При возведении нового фундамента на сваях, сооружается железобетонный монолитный каркас по периметру, над существующей пятиэтажкой выстраиваются жилые площади для перевода туда нынешних жильцов, а затем, после разбора опустевшего здания, на

его месте, по заранее предусмотренным проектом закладным деталям и элементам в новом каркасе, обустраиваются пять новых нижних этажей этого объекта.

Проекты реновации в Ярославле. Не стоит забывать и о решении фасадов посредством применения современных материалов: сайдинг и алюминиевые панели на каркасе, штукатурка по пенополистиролу. За счет этого можно добиться пластики пустых фасадов вкуче с цветовыми решениями.

В Ярославле, как и во многих советских городах, в период индустриального строительства, было построено много «хрущевок». Это является большой градостроительной проблемой, поскольку центры районов и микрорайонов Ярославля застроены типовыми пятиэтажками, на месте которых имеется возможность строительства новых, более выгодных жилых площадей, по сравнению с окраиной. На данный момент ведутся активные обсуждения по их реновации на волне, поднятой Москвой. Депутаты считают необходимым создание «фонда реновации жилой застройки». Согласно их идее, граждане должны получить помещения в современных зданиях, где все квартиры будут сдаваться с уже готовым ремонтом, дабы людям не пришлось тратить деньги на приведение выданной жилплощади в порядок.

К сожалению, из квартиры, которая строилась из расчета по нормативам 6 кв. м на человека, сотворить «пентхаус» невозможно, тем не менее, представляется возможным по-иному организовать пространство. Если в кирпичных хрущевках стоит произвести перепланировку, снося старые перегородки и возводя новые из современных материалов, попутно устраняя и другие проблемы старых домов – электрическую проводку, кривизну исполнения и геометрию помещений, то в панельных же – необходимо идти путем зонирования пространства комнат в зависимости от их назначения и в соответствии с современными потребностями людей.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Розанов Н.П.* Крупнопанельное домостроение / Н.П. Розанов. М.: Стройиздат, 1982. 224 с.
2. *Банькин Б.Н.* Проектирование и строительство крупнопанельных домов / Б.Н. Банькин. М.: Государственное издательство литературы по строительству, архитектуре и строительным материалам, 1963. 192 с.

ДЕФИНИЦИЯ УМНОГО ГОРОДА

Д.С. Григорьева, А.В. Тингаева, Н.Н. Кудряшов

Научный руководитель – **Н.Н. Кудряшов**,
кандидат архитектуры, профессор

Ярославский государственный технический университет

В статье дается определение smart city, изучается практика планировки и застройки городов в настоящее время.

***Ключевые слова:** умный город, экологическая архитектура, антропоцентричность, высокие технологии*

DEFINITION OF SMART CITY

D.S. Grigorieva, A.V. Tingaeva, N.N. Kudryashov

Scientific Supervisor – **N.N. Kudryashov**, Candidate of Architecture,
Professor

Yaroslavl State Technical University

The article defines smart city and studies the practice of planning and building cities at the present time.

***Keywords:** smart city, ecological architecture, anthropocentricity, high technology*

Темп жизни людей в современном мегаполисе существенно быстрее, по сравнению с горожанами, жившими несколько столетий назад. Этому способствовал прогресс технологий и инженерных решений. Формат городов при этом начинает устаревать и требует усовершенствований, чтобы соответствовать темпу жизни в нем. Какова дефиниция умного города? Как он должен выглядеть и в каком направлении развиваться?

Одним из пионеров этого понятия можно считать Антонио Сант'Элиа. Архитектором был создан футуристичный проект Città Nuova, представленный в серии рисунков, которые отражали отдельные здания, как основные элементы огромной сети. Архитектура зданий отличается разнообразием коммуникаций, выведенных наружу. Сквозь здания проложены дороги, разделенные на автомагистральные, пешеходные, трамвай-

ные. Автор истолковывал город будущего как среду, которая имеет возможность трансформации под потребности каждого следующего поколения.

Последователем Антонио Сант’Элиа среди современников можно считать профессора архитектуры Карло Ратти, который занимается исследованием партиципативного “города завтрашнего дня” и разрабатывает метод прогнозирования городской среды [1].

Ратти рассматривает физические объекты, окружающие человека с точки зрения перемещения их в цифровое пространство, направленность “умных технологий” на улучшение жизни горожан.

При создании smart city с точки зрения градостроительства есть два пути: первый - ребрендинг существующего города, второй - создание его “с нуля”.

Методики градокомпозиции в контексте существующей среды сложились и применяются уже достаточно долгое время в архитектурной практике. К ним можно отнести методики традиционного и деконструктивистского путей формирования градокомпозиции [2].

Одним из примеров традиционного подхода является Сантьяго-де-Компостела, на территории которого на протяжении 20 лет идет строительство комплекса зданий «Культурный город Галисии», спроектированного под руководством Питера Айзенмана. Он состоит из музейных, библиотечных и рабочих пространств. Экологическую устойчивость и потребность комплекса в электроэнергии, обеспечивает собственная электростанция. Архитектура зданий повторяет ландшафт, вписываясь как фон в архитектурную ткань города. Его уникальные здания, соединенные между собой улицами и площадями, оборудованные по последнему слову техники, образуют пространство для размышлений, дискуссий и действий, направленных с культурной точки зрения в социально-экономическое развитие страны.

Возрождение Бильбао, расположенного на севере Испании, произошло со строительством новых деконструктивистских архитектурных объектов в течение 20-го века. Бильбао стал архитектурной лабораторией, в которой творения зодчих существуют не изолированно друг от друга, а активно взаимодействуют, создавая принципиально новую среду обитания. Они превратили его из промышленного региона в динамичный центр Европейского искусства. Музей Гугенхайма положил начало этому процессу и успешному использованию инновационных современных “архитектурных мозаик” составляющих smart city, как с точки зрения формы, так и с точки зрения использования материалов. Для удобства перемещений был запущен скоростной автоматизированный трамвай. В перспек-

тиве предусматривается развитие генерального плана Бильбао: строительство многоярусного тоннеля и создание многофункциональным комплексом и пешеходного бульвара под ним.

Прогуливаясь в Китае по улицам Шэньчжэнь, мало что осталось от его прошлого как рыбацкой деревни. На сегодняшний день это центр электронной промышленности всей страны. Очистные сооружения не всегда могли справляться с канализационными отходами, также росло вредное воздействие в виде смога от производств. Главная мера, которая помогла избавиться Шэньчжэнь от пагубного влияния промышленности, заключается в вынесении загрязняющих атмосферу предприятий за территорию мегаполиса. Основной задачей было вернуть городскую среду людям: отойдя от отдельных торговых, коммерческих и промышленных зон, общественное пространство стало центром Шэньчжэнь. Пешеходный доступ и простота передвижения обрели первостепенное значение и ведут к точкам притяжения разнообразной функциональной нагрузкой, которые обогащают досуг горожан. Новые улицы и переулки принимают существующую топографию и создают район, который является высоко проницаемым и доступным как для транспортных средств, так и для пешеходов, сохраняя при этом человеческий масштаб.

Развитие концепции умного города в России отстает от мировой практики. Один из наиболее ярких проектов на эту тему: концепция комплексного изменения территории Рублево-Архангельское, который был предложен бюро Zaha Hadid Architects в объединении с ТРО Pride. Они презентовали глобальную идею проекта города-спутника с миссией продвижения творческого начала и предпринимательства, при этом сохранив фирменный стиль с элементами биометрики и параметрики. Проект получился антропоцентричным с формированием точек притяжения, общественных пространств, интеллектуальных, деловых и культурных центров. Также планируется строительство жилых кварталов со своей инфраструктурой.

Увидеть примеры второго подхода, при котором история только лишь начинает формироваться на незаселенной территории, можно в таких городах как Сонгдо в Южной Корее, строительство которого началось в 2002 году. Он был спроектирован “с нуля”. Целью проекта было создание архитектурных решений, которые справятся с проблемами, существующими в мегаполисах. Были запроектированы высокотехнологичные системы программного обеспечения для мониторинга инженерных сетей, коммуникаций и транспорта. С экологической точки зрения максимально используется энергия солнца и ветра. Для сокращения энергопотребления в зданиях используются стекла с минимальным коэффициентом теплопроводности, системы светодиодного освещения. Бытовой мусор перерабаты-

ваются и используется как источник энергии. Дороги в Сонгдо предназначены только для дальних перемещений, передвижения по внутренним маршрутам осуществляется общественным транспортом и на велосипедах. В центре Сонгдо располагается парк, что обеспечивает его шаговую доступность для всех жителей и позволяет сократить количество транспорта.

Строительство еще одного молодого города Масдар началось в 2008 году по проекту “Foster & Partners”. Это зеленый оазис в пустыне, проект которого предусматривает особое внимание местоположению и климату. Глухие фасады, орнаментальные ограждения, узкие улицы, традиционность городской застройки - подобный подход показывает проектирование с опытом прошлых поколений. Масдар существует полностью на солнечной энергии и других возобновляемых источниках. Улицы спроектированы таким образом, что даже при дневной жаре в пустыне сохраняют прохладу благодаря разработанной системе воздухообмена. Умные технологии также предусматривают использование автоматических датчиков, для снижения количества потребляемой энергии и воды. Основным способом передвижения будет являться система общественного быстрого электро-транспорта, при этом предполагается отказ от личных автомобилей.

Проанализировав мировую и отечественную теорию и практику можно выделить основные признаки smart city: экологическая устойчивость (полная автономность, энергия для обслуживания внутренних нужд получена из возобновляемых ресурсов), антропоцентричность в проектировании и применение высоких технологий во всех сферах обслуживания горожан.

“Город представляет собой процесс, протекающий в определенной пространственной среде” [3], повышение качества жизни людей является целью его развития и подъема на новый уровень, называемый Smart city. Рост эффективности и благосостояния, оптимизация городского трафика являются основными установками при его возведении.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Ратти К.* Город завтрашнего дня: Сенсоры, сети, хакеры и будущее городской жизни / К. Ратти, М. Клодел; пер. с англ. Е. Бондал. М.: Изд-во Института Гайдара, 2017. 248 с.
2. *Яргина З.Н.* Эстетика города. М.: Стройиздат, 1991. 366 с.
3. *Гутнов А.Э.* Эволюция градостроительства. М. : Стройиздат, 1984. 256 с.
4. *Макаренко К.В.* «Умный город»: стандарты, проблемы, перспективы развития / К.В. Макаренко, В.О. Логиновская. ЮУрГУ – Университет, 2019. Т. 19. С. 165-171.
5. Smart City vocabulary /OMS Intelligent Solutions [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.oms-is.eu/smart-city-vocabulary> (дата обращения: 01.03.2020)

РЕГЕНЕРАЦИЯ СРЕДЫ ГОРОДА ДАНИЛОВ

Е.В. Данилов, Т.А. Сиротина

Научный руководитель – **Т.А. Сиротина**, кандидат
культурологии, доцент

Ярославский государственный технический университет

В статье анализируется планировочная структура города с целью выявления скрытых возможностей для градостроительного обновления – регенерации среды. Рассматривается вариант сформированного композиционного каркаса, несущего на себе все градоформирующие объекты и пространства города.

Ключевые слова: планировочная структура, комплексный предпроектный анализ, композиционный каркас, регенерация среды.

REGENERATION OF THE DANILOV CITY ENVIRONMENT

E.V. Danilov, T.A. Sirotina

Scientific Supervisor – **T.A. Sirotina**, Candidate of Culturology,
Associate Professor

Yaroslavl State Technical University

The article analyzes the planning structure of the city in order to identify hidden opportunities for urban renewal-regeneration of the environment. We consider a variant of the formed composite frame that carries all the city-forming objects and spaces of the city.

Keywords: planning structure, complex pre-project analysis, compositional frame, environment regeneration.

Город – это живой организм, постоянно обновляющаяся система. Но есть населенные пункты, в которых процесс обновления пребывает в замершем состоянии. Это можно назвать *градостроительной комой* – когда радикальных изменений не происходит, а всякие попытки сделать что-либо усугубляют ситуацию. Город в таких обстоятельствах должен испытать перерождение, в нем должны произойти глобальные изменения на обширной территории – регенерация.

История города Данилов начинается с XVIII века, а точнее, с 1777 года, когда по указу Екатерины II село Даниловское получает статус города. После этого события в 1780 году был запроектирован генеральный план. В основу регулярной планировки города легла планировочная структура поселения, а точнее своеобразные исторические центры – старые церковные места. Поселение после перехода на новый уровень развития и получения статуса города, должно было повышать уровень экономического благосостояния, но этого не произошло. Сейчас Данилов является одним из примеров городов, находящихся в состоянии стагнации. В рамках данного исследования мы изучаем вопрос градостроительного обновления города, переосмысления его пространственной структуры, возврата к прошлому – регенерации среды.

Примеры подобного перерождения городской среды можно встретить как в Российской, так и в зарубежной практике. Например, “Методические рекомендации по прочтению правил благоустройства МО г. Краснодар” выпущенные в 2019 году, являются примером качественного подхода к созданию дизайн-кода городской среды. Документ предполагает рекомендации по установке информационных конструкций на здания различных типологий, определяя габариты, внешний вид и их расположение на фасаде. Также стоит отметить “Сводный стандарт благоустройства улиц Москвы”, выпущенный в 2016 году. Главной задачей стандарта является обеспечение единства и комплексности подходов к благоустройству территорий улиц города Москвы. Зарубежная практика имеет гораздо более обширный опыт в решении подобных задач в условиях регенерации исторической среды. Один из них – это тотальная реконструкция, регенерация комплекса Музейного Острова в Берлине, включающая историческую реконструкцию и расширение комплекса. Процесс регенерации включал в себя обширный методический спектр работ: консервацию, реставрацию, реновацию и включение современной архитектуры, дополняющей историческую среду и увеличивающий ее потенциал, а также воссоздание отдельных объектов на исторической подоснове. Локальным примером регенерации исторической среды является Римский музей современного искусства MACRO по проекту архитектора Одиль Дек. Архитектурно-градостроительная композиция музея построена на контрасте старого и нового в архитектурной композиции: в тектонике, пластике, ритме, пропорциям, материале, фактуре и цвете. Прием девизуализации нового объема исключает конфликт между старым и новым.

На основе данного анализа мы сделали вывод о том, что создание комфортной городской среды средствами внедрения рекомендаций и стандартов по благоустройству и дизайн-коду, а также регенерация исторической среды методами консервации, реставрации и реновации, а также превалирование темы *genius loci* (*гения места*) в качестве художественной

трактовки метода воспроизведения местных особенностей ad-hoc, является общепринятой мировой практикой. Следовательно, подобное обновление и развитие исторической среды, в виду ее актуальности, возможно и в городе Данилов.

Переосмысление городской среды мы решили начать с комплексного предпроектного анализа. Проведение структурного анализа на раннем этапе исследования помогло понять укрупненную планировочную структуру города, оценить его масштаб и возможные направления роста и развития. Мы выяснили, что город Данилов делится на негласные районы, не имеющие административного закрепления, но, что важно, имеющие генетический код – отличительную особенность, определяемую по истории места.

Далее мы приступили к анализу градостроительной ценности. Руководствуясь Единым Государственным Реестром Объектов Культурного Наследия, выделили на городском полотне объекты культурного наследия федерального, местного и регионального значения, а также выявленные. Помимо объектов, имеющих градостроительную ценность и охраняемых на законодательном уровне, нами был выделен ряд сооружений, которые должны оказаться в перечне выявленных объектов культурного наследия. Дополнительно, расценивая остальную застройку как средовую, мы разделили ее на четыре типа. Первый, самый распространенный – это средовая или фоновая застройка, не имеющая архитектурной и градостроительной ценности. Второй тип – это средовая застройка, имеющая архитектурную ценность. Третий тип – это диссонирующие сооружения, которые, существуя в исторической среде, нарушают принцип формирования градокомпозиции, основывающийся на модуле, масштабе и ритме. Последний вид – это объекты хозяйственного назначения, существующие в городской застройке, но имеющие минимальное на нее влияние. По итогам анализа мы выяснили, что большинство объектов, имеющих градостроительную ценность, располагаются в центре города, формируя собой его историко-архитектурное ядро.

Следующим шагом стало выделение композиционных осей, которые будут задавать направление развития городской среды. Обращаясь к генеральному плану 1780 года, как к отправной точке в формировании планировочной структуры города, можно увидеть четыре городские площади, образующие треугольник. Это были площади Соборная, Торговая (сейчас Советская), Преображенская и Конная (сейчас Юбилейная). Позднее, в связи с созданием железнодорожной станции “Данилов”, на карте города появилась еще одна площадь – Привокзальная. Более того, новая площадь расположилась на продолжении одной из граней уже сформированного треугольника. Таким образом, в структуре города наметилась линия – диагональ, вдоль которой расположены четыре из пяти городских

площадей. Продолжая развивать данную тему, мы убедились, что диагональная линия проведена нами не случайно. Диагональ пересекает треугольник исторических площадей и, проходя через весь населенный пункт, не растворяется, а имеет конкретные финальные точки в виде двух градообразующих предприятий. Вдоль данного направления можно отметить максимальную для города Данилов плотность застройки и концентрацию объектов социального, культурного и бытового значения, что подчеркивает значимость данного направления в жизни и развитии города. Поэтому, мы определили диагональ как основную композиционную ось. Особенностью главной оси является то, что она накладывается на планировочную структуру, но не является ее предметной частью. Дополнительно нами были выделены второстепенные оси, которые проходят внутри планировочной структуры и ориентированы на значимые для города объекты.

Таким образом, сформированный нами композиционный каркас, несущий на себе все градоформирующие объекты и пространства, может быть принят как основа для градостроительного обновления города, переосмысления его пространственной структуры, возврата к прошлому и регенерации среды.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Суслов А. “Угличе поле” / А. Суслов, Д. Андреев . Ярославль, 2019. Выпуск 31. 207 с.*
2. ГКУ ЯО ГАЯО. Ф.455 Оп.2 Д.832.
3. ГКУ ЯО ГАЯО. Ф.455. Оп.2Д. Д.833.
4. ГКУ ЯО ГАЯО. Ф.560. Оп.1. Д.54.
5. ГКУ ЯО ГАЯО. Ф.560. Оп.1. Д.56.
6. ГКУ ЯО ГАЯО. Ф.582. Оп.1. Д.380.

НОВЫЙ ФЕНОМЕН В ЖИЛОЙ АРХИТЕКТУРЕ

А.Д. Данилова, Т.А. Сиротина

Научный руководитель – **Т.А. Сиротина**, кандидат
культурологии, доцент

Ярославский государственный технический университет

В статье исследуются новый подход к проектированию жилищного строительства – феномен кохаузинга.

Ключевые слова: коллективное жилье, социальное взаимодействие, коммуна.

A NEW PHENOMENON IN HOUSING ARCHITECTURE

A.D. Danilova, T.A. Sirotina

Scientific Supervisor – **T.A. Sirotina**, Candidate of Culturology,
Associate Professor

Yaroslavl State Technical University

The article explores a new approach to housing design – cohousing.

Keywords: collective housing, social interaction, a commune.

Во второй половине XX века в архитектурной практике было актуально проектирование домов, направленных на коллективную организацию жизни людей. Такая принужденная социализация объединяла людей не только на работе, но и в быту. Пройдя недолгий путь внедрения в общество, эти эксперименты в жилищном строительстве, не дав нужных плодов, оставили после себя лишь только воплощенные конструктивные мысли архитекторов.

Забытые мысли индустриального общества сегодня нашли новое воплощение в виде феномена *cohousing*. Это явление больше не преследует искусственно навязанную идею большой общины, ведущую однообразный образ жизни во имя общей цели, оно нашло выражение в зданиях

с общественной функцией, где социальное взаимодействие является потребностью, а объединение в небольшой дружественный коллектив – желанием.

Впервые о теории кохаузинга заговорили в Дании в 60-х годах XX века, когда группа из 50 семей, недовольных своими жилищными условиями (не удовлетворяющими их потребности), решили сами создать свой проект идеального жилья – Saettedammen. Впоследствии, этот феномен получил распространение в Нидерландах, Великобритании, США, Канаде, Австрии и Японии и лишь недавно в Италии.

Создание комфортного жилья, спроектированного на основе нового подхода к жизни, стало доступным. Достаточно небольшой инициативной группы людей, объединенных общей идеей, чтоб построить здание или группу зданий с организованным местом для их социального взаимодействия. Здесь у каждого есть своя квартира или дом, со своей кухней, гостиной и прочим перечнем необходимых семье помещений и комнат. Общественная зона, как правило, представляют собой большое пространство с различным функциональным наполнением: чаще всего это кухня, гостиная, столовая, спортзал, бассейн, баня, детские игровые комнаты, спортивные площадки, террасы и т.д. Все те функции, которые раньше в жилом доме могли быть доступны только обеспеченным единицам, теперь стали использоваться группами людей благодаря их объединению.

Коммуна – это форма коллективной организации общества, при которой производственная деятельность осуществляется сообща. Все блага принадлежат коллективу. Семьи живут в общих домах, питаются в общих столовых, досуг происходит во взаимосвязи с другими людьми.

Дом Наркомфина в Москве, спроектированный М.Я. Гинзбургом, являет собой отличный пример дома-коммуны как воплощения пролетарской идеи, в котором полностью уничтожалась семейная структура. Для коммунара был навязан коллективный не только труд, но и быт. Сложная геометрия простых форм этого дома самодостаточна. Минимализм, положенный в основу его эстетического решения, предполагает триумф технического расчета и идеального соотношения всех составляющих его элементов: двухуровневые квартиры, кухни-гостиные с увеличенным остеклением, эксплуатируемая кровля с общественным пространством для жильцов, ленточное остекление, правильная ориентация спален и гостиных (на восход и на закат соответственно). К середине 30-х гг. стало понятно, что общество не готово к новому быту. Идеи коммун были названы вредными и утопическими, а им на смену пришли более понятные коммуналки.

Идея расселения и устройства быта большого количества людей на протяжении долгих лет давала почву для размышления многим архитекто-

рам. Такая мысль была воплощена Ле Корбюзье в проекте «Жилая единица» в Марселе. В этом семнадцатизэтажном доме на 337 квартир у жильца есть все необходимое: библиотека, прачечная, кинозал, магазин. В основе его концепции было общение людей, совместное проживание и проведение досуга, использование одних общественных зон, объединение по интересам. Квартиры должны были быть частными пространствами с возможностью мгновенно оказаться в обществе своих соседей, окунуться в совместную деятельность. Вся жизнь человека могла протекать только внутри этого здания, так как спроектированные интерьеры могли заменить человеку даже улицу, а эксплуатируемая крыша с бассейном – сад с прудом. Такая концепция жилья отлично поддерживает идейный замысел кохаузинга, опередив его на несколько лет.

Жилой комплекс Alterlaa – один из крупнейших жилых комплексов во всей Австрии, он расположен в южной части Вены на площади в 24 гектара. Комплекс – это не только жилые дома почти на 10 000 человек, но и торговый центр, клиники, школы, детские сады, спортивные и игровые площадки, а также большой парк, который занимает больше половины площади микрорайона. Функциональное наполнение комплекса напоминает город в городе, которое живет обособленно и независимо. Территория микрорайона полностью свободна от машин. Рядом с домами даже нет автомобильных дорог, только зеленые насаждения и пешеходные дорожки. Но основная проблема подобных проектов – это то, что большое количество людей в одном месте не позволяет сформировать комфортное сообщество, люди теряют комфорт, начинают закрываться и замыкаться.

Рассмотрев выше ряд примеров коммун старой типологии и новые идеи, можно сделать вывод о том, что кохаузинг – это не просто коммуналка и не дом-коммуна, это организованное коллективное жилье, созданное на основе частной жилой площади, которая проектируется таким образом, чтоб все собственники имели доступ к продуманному благоустроенному пространству общего пользования. Все проектирование собственных пространств и общественных – это добровольные вложения жильцов. Этот тип организации жизни населения может представлять собой многоквартирный дом с придомовой территорией, группу зданий с общим двором и общественными помещениями, а также социально-общественные пространства для досуга.

Рациональный подход данного вида жилищного сообщества в настоящее время набирает большую популярность. Уже существуют 125 тысяч кохаузинг-коммун по всему миру. Преследуя принцип ад-хока в архитектуре, где концепция призывает при проектировании учитывать, прежде всего, реальные условия данного места, конкретные обстоятельства и вкусы потребителя, феномен все же дает толчок к развитию новых архитектурно-планировочных решений.

В докладе на официальной конференции TED эксперт в области кохаузинга Грейс Ким назвала этот феномен противоядием одиночества – что, наверное, не случайно. Жилое пространство, созданное при участии будущих жильцов, обладает не только желаемым расположением квартир с удобной планировкой, но и комфортным общественным пространством с необходимыми функциями и различными зонами. Таким образом, формируется комфортное и доступное для общения людей пространство, которого, зачастую, так не хватает в современном мире.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Видео: Доклад Грейс Ким, представленный на официальной конференции TED. [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://www.ted.com/talks/grace_kim_how_cohousing_can_make_us_happier_and_live_longer, свободный.
2. Статья: «Что представляла собой советская коммуна?» [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://arctus.livejournal.com/404632.html>, свободный.
3. Статья: «Тревога, депрессия, стресс: как архитектура помогает обрести душевное равновесие» [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://archspeech.com/article/kak-arhitektura-pomogaet-obresti-dushevnoe-ravnovesie>, свободный.
4. Видео: Доклад Грейс Ким, представленный на официальной конференции TED. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://youtu.be/xGQwbnixeLU>, Свободный.
5. Статья: AD-НОС [Электронный ресурс]: Режим доступа: <https://cih.ru/k3/hoc.html>, свободный.
6. Статья: Варламов «Дом – это машина для жилья» [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://varlamov.ru/2751912.html>, свободный.

МОЛОГА. В ПОИСКАХ ДУХА МЕСТА

Д.И. Демидов, Е.А. Кожин, Т.А. Сиротина

Научный руководитель – **Т.А. Сиротина**, кандидат культурологии,
доцент

Ярославский государственный технический университет

В статье анализируется актуальность проблемы формирования индивидуальности места, поиска истинного духа Мологского края.

Ключевые слова: Молога, память, дух места.

MOLOGA. IN SEARCH OF THE GENIUS LOCI

D.I. Demidov, E.A. Kozhin, T.A. Sirotina

Scientific Supervisor – **T.A. Sirotina**, Candidate of Culturology,
Associate Professor

Yaroslavl State Technical University

The article analyzes the relevance of the problem of forming the identity of a place, searching for the true spirit of the Mologsky region..

Keywords: Mologa, memory, genius loci.

Согласно древнеримскому поверью, каждому месту присущ свой дух, ангел-хранитель. Этот дух даёт жизнь месту, сопровождает его от рождения до смерти и определяет его характер и сущность.

Genius loci – это способность определенной точки на планете (материального участка) влиять духовно и физически на своего зрителя.

Поддержание и формирование потребности человека в атмосфере индивидуальности, принадлежности определенному месту требует от создателя особой чуткости, внимательности, тонких умений, терпения, практически — собственного погружения и растворения в создаваемый или преобразуемый фрагмент среды. Именно этих качеств недостает большинству создаваемых архитектурно-градостроительных объектов. В результате мы живем во всё более и более «безликом и безместном» мире, что не может не восприниматься как серьезнейшая проблема.

В настоящее время большинство людей не хотят вспоминать свое прошлое, особенно если оно принесло им боль – физическую или душевную. Всегда проще просто закрыться и представить, что ничего не было. Однако невозможно двигаться вперед и развиваться, игнорируя свое прошлое, нужно понимать, что было до тебя.

Память – порой, это единственное, что связывает нас с чем-то дорогим и близким нашему сердцу. Однако необходимо различать понятия памяти и истории места. Память – это всегда нечто живое, находящее в постоянном развитии, абсолют, трепетно собранный по крупичам небезразличными людьми. История – это сухие факты, незаконченная реконструкция минувших событий. Но именно взаимодействие этих двух понятий и формирует память места, помогает не просто рассказывать о произошедших событиях, но и цеплять душу и вызывать определенные эмоции у тех, кто решился к ним прикоснуться. Каким бы печальным не было прошлое, мы не имеем права отказаться от него полностью, оно все равно будет преследовать нас всю жизнь, поэтому мы должны относиться к нему с уважением.

Попробуем разобрать поиск *genius loci* на конкретном примере.

В многовековой истории Ярославской земли существует множество загадочных и мрачных страниц, эхо которых звучит и сегодня. Одной из таких страниц является создание Рыбинского водохранилища, ставшего водной могилой для более чем 700 сел и деревень.

Куда бы не направлялись сегодня пассажирские лайнеры, куда бы не летели прогулочные трамвайчики, куда бы не двигались тяжелые караваны грузовых барж – все маршруты сходятся здесь. Ежедневно сотни людей наблюдают эти воды, но мало кто знает, что сейчас прямо под ними, на глубине порядка четырех метров, в своей водной могиле покоится один из богатейших старинных русских городов.

Вода должна была скрыть все следы. Словно кто-то сбросил с неба огромную бомбу прямо в сердце Молого-Шекснинского междуречья, и ударная волна снесла все, что было у нее на пути: здания и постройки, растения и животных, а людей отбросила на десятки километров от родного края, где они до конца своей жизни обречены на вечную тоску и скорбь по земле, на которой они родились и выросли, повстречали свою любовь и обрели семью.

Но наперекор всему, как призрачное напоминание, Молога постоянно показывается из воды. Это происходит жарким, засушливым летом, когда уровень воды в водохранилище значительно уменьшается и на поверхность выходит он - когда-то один из богатых уездных городов. Только теперь от него осталась лишь невзрачная серая полоска земли, с остатками битых кирпичей, оставшихся от взорванных храмов, частями бывлых мостовых, да стаей неутомонных чаек.

Дух Мологского края все еще жив, покуда жива память в сердцах людей. Пропустив через себя огромное количество человеческих судеб и историй, растоптанный, оскорбленный, униженный, но все еще способный бороться, он кричит из-под воды: «Стоило ли это того? Разве киловатты энергии стоили сотен разрушенных судеб?».

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ушедшая под воду молога и не только... [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://zhiznteatr.mirtesen.ru/blog/43208025639/Ushedshaya-pod-vodu-Mologa-i-ne-tolko...> (дата обращения: 03.03.2020).
2. Молога. История затопленного города [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://www.charmingrussia.ru/2013/10/blog-post_23.html (дата обращения: 04.03.2020).
3. *Головщиков К.Д.* Город Молога (Ярославской губернии) и его историческое прошлое [Текст] / К.Д. Головщиков. М.: Типография Г.В. Фальк, 1889. 77 с.
4. И опять мне Молога приснилась... [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.sevkray.ru/news/3/46263/print/> (дата обращения: 08.03.2020).

РЕГЕНЕРАЦИЯ ИСТОРИЧЕСКОГО ЦЕНТРА ГОРОДА ЛЮБИМ

К.А. Жуйкова, Н.Н. Кудряшов, Е.А. Егоров

Научный руководитель – **Н.Н. Кудряшов**, кандидат архитектуры,
профессор

Ярославский государственный технический университет

В статье анализируется актуальность регенерации исторического центра города Любим, описывается вариант его архитектурно-художественного решения.

***Ключевые слова:** регенерация, комфортная городская среда, Любим.*

REGENERATION OF THE HISTORICAL CENTRE OF THE LUBIM

K.A. Zhuykova, N.N. Kudryashov, E.A. Egorov

Scientific Supervisor – **N.N. Kudryashov**, Candidate of Architecture,
Professor

Yaroslavl State Technical University

The article analyzes the relevance of the regeneration of the historical center of the city of Lyubim, describes a variant of its architectural and artistic solutions.

***Keywords:** regeneration, comfortable urban environment, Lubim.*

Данная тема для Любима актуальна как никогда, население нуждается в рабочих местах, и денежных вливаниях, необходимо предотвратить отток молодежи и создать комфортную городскую среду как для туристов, так и для коренных жителей. Благо Любим богат на ландшафтные и архитектурные памятники. Выбранный нами участок занимает площадь 24га. С северной стороны он ограничивается слиянием рек Уча и Обнора, с южной – улицей Ленина. С западной стороны наша территория граничит с улицей Красноармейской и рекой Уча, а с восточной стороны с улицей Набережная реки Обноры и непосредственно с самой рекой Обнорой.

Несмотря на достаточно развитую инфраструктуру, горожанам и туристам не хватает мест для отдыха и ночлега, и все бытие скатывается в

рутину, от которой они стараются убежать разными способами. Жители города нуждаются в организованных местах отдыха, прогулок и занятий физической культурой, о чем говорят их попытки самостоятельно организовать зрительные места и украсить парки и площадки деревянными фигурами и другими визуальными коммуникациями.

Примеров создания комфортной среды в провинциальных городах немало в зарубежной практике. Например, Таллин, Эстония – В Таллине сделана ставка на ускоренное восстановление старого города в ущерб развитию новых территорий и повышению качества жизни жителей. Исторический центр смотрится великолепно: все отреставрировано, все открыто, вся инфраструктура ориентирована на туристов. Рядом со старым центром появляются новые кварталы (это соседство воспринимается весьма органично), реконструированные промышленные зоны. Главная цель – нахождения баланса между восстановлением исторического центра и обеспечением устойчивого развития городской среды без снижения качества жизни населения.

Методологическая основа исследования: метод структурного анализа, искусствоведческий метод, комплексный метод функционального, конструктивного и художественного проектирования, а также методика З.Н. Яргиной (Линча-Шпенгелина) – метафорическая методика, постмодернистская методика, в которой нет четкого математического расчета, все создается на основе интуиции. Средовая архитектура на базе воспроизведения местных особенностей. Новизна работы заключается в том, что на территории города Любим впервые проектируется перепланировка центральной части города, включающая в себя городской парк, главную площадь и первую линию городских кварталов. Проведен комплексный предпроектный архитектурный анализ территории центральной части города Любим. Практическая значимость исследования заключается в возможности применения полученных результатов при проектировании и строительстве объектов туристской инфраструктуры.

Исходя из вышесказанного, при создании архитектурно-ландшафтного проекта мы решили сохранить образ "русской деревни", напомнить о забытых ремеслах и праздниках, подчеркнуть индивидуальность ландшафта и структуры городской застройки. Нами был проведен детальный анализ существующей ситуации на территории центральной части города, ее функционального зонирования, композиции, объемно-пространственного архитектурного решения застройки жилых домов и общественных построек, пешеходно-транспортной организации территории, экономический расчет строительства объектов и освоения проектируемой площади. Также проект предусматривает снос ветхого жилья, создание отрывных дворов с мастерскими и многофункциональными пространствами для фестивалей и отдыха туристов и местного населения, создание "города-

праздника", на основе этого мы разработали концепцию с названием "Городской балаган". Жителями Любима была утверждена идея создания «пряничной» архитектуры – деревянных домов ярко украшенных резными элементами на фасадах, которые подчеркивают любовь населения к деревянному зодчеству. Модуль, масштаб и ритм – известная всем формула, которой мы придерживались, создавая новое в старом. Следственно оставляемая часть застройки формирует основное композиционно-функциональное направление раскрытия структуры проектируемой среды. Ветхие же постройки и здания подлежат расселению и сносу, по причине деструктивного состояния и отсутствия какой-либо ценности. Фасады зданий будут украшены традиционными декоративными резными элементами, такими как – причелина, охлупень, полотенце, кисть и разнообразные наличники. Все здания спроектированные нами, за исключением гостиницы, выполнены из деревянных бревен и досок. Данный материал был выбран как максимально подходящий для передачи традиционной стилистики русской деревни, создания визуальной теплоты и уюта. В центральной части города преобладают двухэтажные здания, реже встречаются трехэтажные и одноэтажные частные постройки, которыми остальные районы города Любим. Некоторые здания находятся в ветхом состоянии и не подлежат реконструкции, в отличие от церквей, возвышающихся над городом. При проектировании зданий, которые заменят ветхие лачуги в обновленной городской среде мы будем придерживаться принципа "не больше большего и не меньше меньшего", чтобы не нарушить целостность градокомпозиции.

При создании обновленной городской планировки мы отталкивались от уже существующей радиально-кольцевой планировки города, сформированной еще в XVII веке. Главная ось нашей композиции – продленная улица Советская – центральная улица города, проходящая от железнодорожного вокзала до центральной площади города, а благодаря нам и до места слияния рек Учи и Обноры. Таким образом мы определили главную ось при планировке парка, которая также проходит через Соборную площадь. На ней располагаются два собора существующих собора - Собор Воздвижения Креста Господня, построенный в 1825 году, и Собор Богоявления Господня построенный в 1798 году, а также колокольня собора Богоявления Господня. Сама площадь имеет форму круга, на более широком радиусе от ее центра проходит дорожка для проведения крестного хода, тем самым завершая идею сакрального круга. Из центра Соборной площади также начинается радиус основных прогулочных дорожек в парке и внутри городских кварталов первой линии, а перпендикулярные им дорожки также сходятся в точке середине парка. Основные места пересечения дорожек мы отметили клумбами-скамейками. Главную площадь го-

рода также сделали более функциональной, разделив ее методом продления линии улиц. При дальнейшем проектировании дворовых территорий второй и третьей линии также может использоваться принцип взятый нами для разработки планировки кварталов первой линии. Данная методика не противоречит сложившейся городской структуре, лаконично вписывается в существующую городскую среду, в то же время он функционален и удобен, позволит создать комфортную среду для пешеходов и туристов города.

Делая вывод хочется отметить, что территория требует изменения сложившейся системы пешеходных переходов, насыщения парковочными местами и ограничения движения транспорта в пределах дворовых зон и центральной части города. Из-за не структурированности посадок образуются "проплешены" которые необходимо заполнить новыми деревьями, а в некоторых местах, например в парке, наоборот необходимо проредить лес образовавшийся на склонах берегов рек Обнора и Уча. Воздух в городе чистый и приятный. Также во дворах и на площади большое количество клумб с цветами, что придает атмосферы праздника и радует глаз жителей Любима. Для создания открытых дворов необходимо расчистить закрытые заборами дворы первой линии, создать пространства доступные всем жителям города, оборудовать детскими и спортивными площадками и многофункциональными зонами.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Администрация городского поселения город Любим Ярославской области. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://любим-адм.рф/>, свободный (дата обращения 05.03.19).
2. *Яргина З.Н.* Эстетика города. М.: Стройиздат, 1991.
3. Методические указания к выполнению раздела "Определение стоимости работ и услуг по созданию архитектурного объекта" дипломного проекта для студентов архитектурно-строительного факультета по специальности 2901 "Архитектура" / Сост.: Н.Н. Кудряшов, С.В. Сухов, В.Д. Сухов, Т.Н. Несиоловская; Яросл. гос. техн. ун-т. Ярославль, 2002. 23 с.

СОБСТВЕННЫЙ ДОМ КАК ОТРАЖЕНИЕ ЛИЧНОСТИ АРХИТЕКТОРА

П.Д. Курина, Е.В. Синицына

Научный руководитель – **Е.В. Синицына**, канд. ист. наук, доцент

Ярославский государственный технический университет

В статье рассматриваются собственные жилые дома архитекторов на предмет их соответствия традиционным архитектурным подходам конкретного автора.

Ключевые слова: *собственный дом, личность архитектора, жилье архитектора.*

OWN HOUSE AS A REFLECTION OF THE ARCHITECT'S PERSONALITY

P.D. Kurina, E.V. Sinitsyna

Scientific Supervisor – **E.V. Sinitsyna**, Candidate of Historical Sciences, Associate Professor

Yaroslavl State Technical University

The article discusses architects' own residential buildings for their compliance with the traditional architectural approaches of a particular author.

Keywords: *own house, personality of an architect, housing of an architect.*

Жилой дом – это личное и невероятно ценное пространство для любого человека, где он может быть самим собой, общаться с близкими людьми и отдыхать после тяжелого рабочего дня. Поэтому при проектировании объекта с функцией жилья необходимо учитывать индивидуальные особенности и требования заказчика: состав семьи, увлечения, привычки, характер занятости и т.п.

А что происходит, если заказчик и архитектор – это один и тот же человек? Рассматривая данную ситуацию, стоит отметить, что чаще всего сформировавшийся архитектор в большинстве проектов придерживается

определенного стиля и индивидуального подхода к проектированию. Работы знаменитых архитекторов можно узнать практически моментально, распознав приемы и индивидуальные детали. Но является ли стиль, в котором работает автор, частью его души и образа жизни? Насколько так называемое «проектирование для других» отличается от «проектирования для себя»? Для того чтобы разобраться в этом вопросе рассмотрим собственные дома архитекторов и сопоставим их личное пространство с рабочим.

Антонио Гауди – испанский архитектор, знаменитый своими постройками в стиле модерн такими, как Дом Мила, Дом Бальо, Эль-Каприччо и др. Антонио Гауди прошел долгий путь формирования индивидуального стиля: от идей неоготики и раннего модерна до создания собственных кривых поверхностей, с помощью которых он строил уникальные сооружения.

Дом Антонио Гауди находится в Барселоне в парке Гуэля и является примером становления проекта для заказчика собственным домом архитектора. Здание представляет собой 3-х этажную композицию с остроконечной башней, стены дома выкрашены в розовый цвет, а крыша башни и дымовые трубы выложены классическим приемом Гауди – мозаикой тренкадис. Антонио был очень одинок, единственным увлечением архитектора было искусство, в тектонике декора можно проследить летящие мотивы музыки Вагнера – любимого композитора Антонио. Мастер очень трепетно подошел к интерьеру своего жилища, здесь каждая деталь глубоко продумана и полностью отражает самого архитектора. Мысли и традиционные для Гауди детали живут в образах мебели, металлической садовой ограды, скульптурах и отделке. Дом Гауди снаружи невероятно украшен и богат, а внутри немного сдержан, но глубоко и детально продуман. Даже в обычных элементах можно проследить индивидуальный стиль автора, каждый стол и каждое кресло символизирует уникальность подхода Гауди к проектированию.

Ле Корбюзье – французский мастер свободных форм, один из самых значимых архитекторов XX века. Характерными чертами стиля Ле Корбюзье стали: объемы-блоки, свободностоящие колонны под блоками, плоские крыши-террасы, свободный план и фасад, неотделанные поверхности материала. Ле Корбюзье был убежден в том, что человеку комфортно жить в сдержанном пространстве, где можно руками дотянуться до противоположных стен, посидеть на двух табуретках и иметь туалет, как в транспорте.

Свой дом архитектор не сделал исключением и построил даже не дом, а хижину «Кабаон». В пространстве есть все необходимое: зона отдыха, рабочее помещение, сантехника и система вентиляции. Несмотря на то, что дом внешне похож на обычную бревенчатую постройку, внутренне

он тщательно продуман по модульной системе, разработанной самим Ле Корбюзье, на основе человеческих пропорций. Гений решил максимально упростить функциональную нагрузку дома и пристроил его к ресторану своего друга, сделав общую дверь, чтобы полностью убрать функцию кухни. Если сравнивать собственный дом архитектора с его рабочими проектами, то можно заметить несколько отличий: в личном пространстве нет характерных белых и серых тонов, также вместо бетона используется дерево, а конструкция сооружения не стремится ввысь, и не выделяется, а приземлена и сливается с общим фоном. В целом архитектор при проектировании дома для себя не стал придерживаться своего модернистского принципа «машины для жилья», но данная противоречивость не изменяет его внимания к пропорциям и игре света.

Френк Гери – мастер домов - аттракционов, один из основоположников деконструктивизма, автор многих популярных проектов, таких как музей Гугенхайма в Бильбао, Танцующий дом, концертный зал имени Уолта Диснея и многих других невероятных построек.

Собственный дом великого гения находится в Калифорнии, стоит отметить, что этот дом не создан с нуля, а представляет собой перестроенное до неузнаваемости классическое калифорнийское бунгало, выделяющееся среди типовой застройки. Интересным фактом является то, что архитектор на протяжении нескольких десятилетий не прекращал работу над зданием, поскольку считал, что «строящаяся конструкция всегда более поэтична, чем законченная работа». Для дома характерны: острые углы и заломы, оголенная проводка, черновой асфальтовый кухонный пол, необычные сочетания материалов, старого и нового. Таким образом, можно сделать вывод о том, что дом архитектора не просто отразил стиль и индивидуальные черты мастера, но и стал для него живым меняющимся пространством и местом рождения новых идей.

Оскар Нимейер – один из основателей школы бразильской архитектуры и великий экспериментатор в области железобетонных конструкций. Ему удалось создать уникальные пластичные образы и доказать, что бетон может быть гибким и пластичным.

Свой дом архитектор строит весьма мягким и изящным, олицетворяя личное виденье бетона и лирического модернизма. В других проектах Оскару Нимейеру не удавалось избежать обилия углов, но в собственном жилье мастер максимально использовал гибкие формы, взамен острых. В интерьере все детали гармонизированы и создают атмосферу уюта и расслабления. Детали пространства многое говорят о нежности и спокойствии характера архитектора: кресло-качалка, мягкие формы, уличная зона с роялем под навесом и большое количество стекла. В данном случае можно говорить о том, что в собственном жилье Оскар Нимейер сохранил свой традиционный стиль, добавив больше пластичности и комфорта.

Заха Хадид – первая женщина в мировой архитектуре, получившая Притцкеровскую премию, на её счету такие уникальные проекты, как центр Гейдара Алиева в Баку, Стадион Аль-Вахра, Лондон Акватикс Сентр и другие. Ее индивидуальные и узнаваемые формы, которые перетекают друг в друга, гнутся, ломают пространство, поистине неповторимы.

Заха много и часто путешествовала, рассмотрим ее последнее жилище – квартира в Майами - Бич. В шикарных апартаментах имеются 3 спальни, огромная гостиная, 4 ванные комнаты, футуристичный дизайн, разработанный самой Захой лично. Характерные гибкие формы в интерьере, ассиметричные углы и продуманное освещение, делающие квартиру визуально больше отражают узнаваемые требования Захи Хадид. В целом по масштабу жилья площадью 232 кв. метра и деталям в индивидуальном стиле можно сравнить такую квартиру с арт-музеем. Примечательно, что в общих комнатах, открытых для гостей, можно считать типичные черты архитектуры Захи Хадид, но в личных помещениях (спальня, ванная) мы наблюдаем сдержанные и простые формы. Такая особенность характеризует личность архитектора: для всех яркая, неординарная, сильная, а внутри одинокая и нуждающаяся в общении. Поэтому в данном примере дом полностью отражает своего архитектора, подчеркивая не только уникальный стиль, но и черты характера.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. <https://barcelonatm.ru/dom-gaudi-v-barselone-gde-zhil-genij/>
2. <http://otdix.net/barcelona/attractions/casa-gaudi>
3. <https://losko.ru/10-architects-houses/>
4. <https://arzamas.academy/materials/458>
5. <https://esquire.ru/articles/63722-zaha-hadid-miami-condo/#part1>

ПАРАЗИТИЧЕСКАЯ АРХИТЕКТУРА

А.А. Мерекин, Т.А. Сиротина

Научный руководитель – **Т.А. Сиротина**, кандидат
культурологии, доцент

Ярославский государственный технический университет

В статье рассматриваются связи и соотношения паразитической архитектуры и их зданий-хостов. Анализируются различные параметры, влияющие на идентификацию паразитизма в городской среде.

Ключевые слова: паразитическая архитектура, эстетика архитектуры, минимальные пространства, быстровозводимые здания

PARASITIC ARCHITECTURE

A.A. Merekin, T.A. Sirotina

Scientific Supervisor – **T.A. Sirotina**, Candidate of Culturology,
Associate Professor

Yaroslavl State Technical University

The article discusses the relationships and relationships of parasitic architecture and their host buildings. Various parameters affecting the identification of parasitism in the urban environment are analyzed.

Keywords: parasitic architecture, aesthetics of architecture, minimal spaces, pre-fabricated buildings

Термин паразитизм происходит от др.-греч. *παράσιτος* «нахлебник» от *παρά* «подле, у, при» и *σίτος* «хлеб», и в широком смысле является одним из типов сосуществования организмов. Явление, при котором два и более организма, не связанных между собой филогенетически, генетически разнородных — сосуществуют в течение продолжительного времени и при этом находятся в антагонистических или же в односторонних симбиотических отношениях.

В контексте статьи речь пойдет об архитектурном паразитизме, соответственно о той области архитектуры, где происходит процесс создания малых архитектурных форм на уже существующих зданиях и структурах.

Свое название эти архитектурные объекты получили в связи с необходимостью, подобно своим собратьям из органического мира, прирастать к хозяину (хосту), используя его. Легальные и незаконные, временные и постоянные, контрастные и мимикрирующие, антагонистические и симбиотические. Все они не существовали бы без здания-хоста.

Но как идентифицировать паразитизм? Невозможно причислить к паразитизму любую реконструкцию, реновацию или просто вернакулярную пристройку.

По причине малоизученности темы и отсутствия четкого определения паразитизма в архитектуре, основной подзадачей моей работы является выявление связей и осмысление отношений между паразитом и хостом, которые бы позволили бы вывести методiku однозначного определения паразита и отсекания прочего.

В мою выборку включены 64 проекта, которые были упомянуты в каких-либо статьях, очерках или лекциях про паразитическую архитектуру, а также проекты, которые были субъективно отобраны мною, как паразитические.

Я анализирую данную выборку по двум группам параметров: идентифицирующим и систематизирующим. Систематизирующие параметры включают в себя: дату проектирования (или постройки), место расположения, этап реализации, характер формообразования, одиночный ли это объект или паразитическая структура, характер отношений (антагонизм, мутализм, комменсализм), тесноту связи паразита и хоста, создан он на историческом здании или же средовом, плотность застройки города, в котором расположен паразит и т.д. Идентифицирующие параметры содержат в себе тип возведения, тип градостроительной деятельности, степень контраста паразита к хосту и параметр масштаба паразита относительно хоста.

Тип возведения подразумевает под собой зависимость конструктивной части паразита от здания-хоста. Иными словами, мы анализируем то, что произойдет с паразитом, если мы мысленно уберем здание-хост. Паразит должен в большой степени зависеть от хоста, у него не должно быть полноценного фундамента, его фундамент это и есть здание-хост. При этом, даже если паразит не имеет конструктива в привычном виде, как, например, в проекте Майкла Раковица ParaSITE, то тогда от хоста должно зависеть формообразование паразита.

Тип градостроительной деятельности содержит в себе то, с какой разницей во времени паразит был возведен относительно хоста. Важно

даже не то, чтобы здание-хост было историческим, важна разница во времени постройки и разные авторы хоста и паразита. В противном случае это превращается в художественный приём, который, например, был применен в проекте Международного круизного терминала в Шанхае по проекту Уилла Олсопа. Такая архитектура уже не может считаться паразитизмом в чистом виде.

Степень контраста паразита к хосту для простоты мы принимаем как двоичный параметр: контраст или контекстуальность. По причине того, что в подавляющем большинстве случаев архитектура паразита контрастна по отношению к архитектуре хоста, имеет смысл принимать это за аксиому.

Параметр масштаба паразита относительно хоста является самым объективным параметром, он практически лишен разночтений, легко поддается исчислению и позволяет собрать градуированную статистику. Он исчисляется соотношением объемов паразита и хоста и представлен в процентном соотношении. Это последний этап идентификации, когда уже отсечено всё лишнее. На данном этапе необходимо смоделировать в трехмерном пространстве всю выборку паразитов и их хостов, соотнести их объемы друг с другом и выявить закономерности этих соотношений. Предварительно можно сказать о том, что в 90% случаев паразит меньше хоста примерно в пять раз.

На основе проведенного исследования можно сделать заключение, что паразитическая архитектура - это регенерирующая, переходная и эксплуатирующая форма архитектуры, зависящая от более крупной структуры.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Woods, Lebbeus. Radical Reconstruction. [Текст] / Lebbeus Woods, essays by Alexandra Wagner and Michael Menser. New York: Princeton Architectural Press, 1997. 168 с.
2. Ревзин Г.И. Как устроен город: 36 эссе по философии и урбанистике [Текст] / Г.И. Ревзин; ред. Е. Нушинова, науч. ред. М. Сабабьянова. М.: Strelka Press, 2019. 270 с.
3. Стратий П.В. Паразитная архитектура [Текст] / П.В. Стратий, Д. А. Глаголева, И. С. Антонов // Инженерный вестник Дона. 2019. № 1. С. 1-10.
4. Bardzinska-Bonenberg Teresa. Parasitic Architecture: Theory and Practice of the Post-modern Era [Текст] / Teresa Bardzinska-Bonenberg // Advances in Human Factors, Sustainable Urban Planning and Infrastructure. AHFE 2017. Advances in Intelligent Systems and Computing. 2017. № 600. С. 3-12.

СВЕТОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В АРХИТЕКТУРЕ. 3D MAPPING

Е.Е. Оленева, Е.В. Синицына

Научный руководитель – **Е.В. Синицына**, канд. ист. наук, доцент

Ярославский государственный технический университет

В работе описаны основные механизмы создания интерактивных фасадов при помощи световых технологий.

Ключевые слова: освещение фасадов, 3D mapping, световое шоу.

LIGHT TECHNOLOGIES IN ARCHITECTURE. 3D MAPPING

E.E. Oleneva, E.V. Sinitsyna

Scientific Supervisor – **E.V. Sinitsyna**, Candidate of Historical Sciences, Associate Professor

Yaroslavl State Technical University

The paper describes the main mechanisms for creating interactive facades using light technologies.

Keywords: facade lighting, 3D mapping, light show.

В настоящее время существует множество технологий, позволяющих реализовывать самые невероятные идеи современных архитекторов. Но возможно ли создать замысловатые архитектурные формы без использования дорогостоящего оборудования и материалов, расчета конструкций и больших трудозатрат в строительстве? В эпоху технологий на помощь приходит свет.

Существует множество способов работы со светом. "Архитектура – это упорядочение света", говорил Антонио Гауди. И сейчас в эпоху цифровых технологий свет можно не просто упорядочивать, а создавать им новый архитектурный облик здания, меняя его ежедневно, ежечасно, ежесекундно...

Наиболее распространенной формой работы со светом в архитектуре является освещение уже готовых архитектурных объектов с помощью линейных и точечных светильников, прожекторов и т.п.

Так ярким примером современного подхода является проект IntiLED по освещению фасада здания ФНС в Москве. Здание простой геометрической формы, с четким членением сложными ритмами окон и контрастными метрическими ритмам фрагментов на стеклянной части здания. Так простая форма позволила прибегнуть к идее медиафасада. Система состоит из точечных светильников, образующих гирлянды, которые закреплены в чередующихся межоконных пространствах. Такое расположение формирует световой ритм, что в сочетании с зеркальной поверхностью фасада создает эффектный динамичный образ и делает здание особенно узнаваемым в вечернее и ночное время.

Еще одним Ярким примером будет медиафасадная система для освещения ТРК «Лето» в Санкт-Петербурге. На главном фасаде здания расположен цветочный орнамент, состоящий из декоративных металлических элементов в виде веток с цветками. Главной задачей оживления стало создание яркой, динамичной, привлекающей внимание картинкой и поддержка существующих архитектурных форм. Для реализации были разработаны лайтбоксы в форме лепестков, повторяющие металлические элементы фасада. Каждый лепесток оснащен системой, позволяющей управлять каждым световым коробом в отдельности, так фасад «оживает». Также освещены ветви конструкции. Весь фасад пиксельно управляется с помощью специальной системы, что позволяет создать различные варианты цветодинамических решений. Освещение предусматривает следующие сценарии работы оборудования: штатные статичные и слабодинамические сценарии на каждый день, сценарии для новогодних праздников, для государственных праздников и больших спортивных побед. Кроме того, сценарии запрограммированы на автоматическую смену сезонов: зима, весна, лето, осень.

Но есть и другие способы создать динамичный фасад на архитектурном объекте, при котором даже нет необходимости использовать, прожектора, лампы, светодиоды и т.п., для этого необходим специальный проектор. С помощью которого можно создать световое шоу на уже имеющемся архитектурном объекте или любой другой сложной форме.

3D mapping – это особое направление в аудиовизуальном искусстве, представляющее собой проекцию на физический объект окружающей среды с учётом его геометрии и местоположения в пространстве. Специальные компьютерные технологии позволяют создать 3D-модель объекта, на который планируется осуществить проекцию, а затем изменить ее в соответствии со сценарием шоу, что дает оптическую иллюзию изменения самого объекта.

Так любая структура и форма может стать холстом. Проекторы для освещения объектов, можно использовать как одиночные, так и освещающие объект с нескольких сторон (так создается эффект объемной модели). Плоский маппинг подойдет для случая, когда зритель смотрит с одной точки, перпендикулярно плоскости проецирования, такое возможно при создании фасадов на здании, для маппинга в помещении лучше использовать объемный маппинг. При работе с объемом с каждого ракурса подается своя картинка, а значит видеоконтент, со всех проекторов будет отличаться. Для решения такой задачи, обычно используется медиасервер, который будет компенсировать геометрические искажения и наложения изображения друг на друга (Catalyst, Axon, Lightconverse, Hippotizer). Этапы создания видеоряда:

1 этап. Создание объемной модели существующего здания. Трехмерная сцена может собираться с помощью любого 3D-редактора (3Ds Max, Maya, Cinema 4D, Autocad и т.д.).

2 этап. Расстановка проекторов. Данный этап выполняется исходя из технических характеристик проекторов, обеспечивая равномерное и яркое заполнение поверхности проецирования. Эту задачу облегчают готовые программы по созданию 3д-маппинга.

3 этап. Создание разверток 3д объекта, для дальнейшего создания на них анимации, развертки комбинируют в зависимости от сюжета анимации, при горизонтальном движении, стыкуют горизонтально, а при вертикальном, вертикально.

4 этап. Создание видеокomпозиций и привязывание их к разверткам. Привязку текстурных разверток к геометрическим объектам («запекание») можно делать как в пакетах 3Ds Max, Maya, Cinema 4D, Vectorworks, так и во встроенном в маппинг-систему пакете.

5 этап. Установка физических проекторов. При установке проекторов учитывают погодные особенности и особенности рельефа, если мы работаем с фасадом, т.е. в условиях реальной среды, то необходимо предусмотреть природный и человеческий фактор, поэтому в случае, когда бюджет позволяет, используют систему бэкапов, страхующих проекторов, работающих в связке с основным (Такой опыт был применён на организации открытия Олимпиады в Сочи в 2014 году).

При создании 3д-маппинга на архитектурные объекты учитывают их архитектурные особенности, такие как декоративные детали, тектонику здания, ритмы оконных и декоративных членений. Также не малую роль играет музыка, благодаря которой можно подчеркнуть сюжет как видео, так и архитектурного образа.

Одним из значимых проектов, является работа Британского бюро 59 productions, превративших Музей Гуггенхайма в Бильбао во впечатляющее художественное произведение, на нем было нарисовано 59 различных

живописных постановок. Художники подчеркнули все отличительные особенности здания. Его криволинейную форму, мелкую текстуру титановых пластинок, парящего стеклянного атриума.

Фрэнк Гери говорил о своем музее: "Случайность кривых рассчитана на то, чтобы поймать свет". В своей 20-минутной работе авторы отразили все два десятилетия истории Бильбао и колоритные особенности места. Во время шоу то перед нами возникает воплощенный эскиз самой архитектура в натуральную величину, составленный из кривых подчеркивающих форму здания, то становится возможным разглядеть каждую «чешуйку» здания, когда нарисованные цветные текстуры совпадают с физически воплощенными, а потом рассыпаются пикселями; то мы видим как вода отражается в музее, подчеркивая его единство с окружающей средой; то каждая волна натянута и звучит как струна, что подчеркнуто музыкой. То оживает инсталляция паука, он приходит в движение и вот уже все здание задействовано в этой большой паутине. В завершении шоу слышим биение сердца, а музей разливается теплыми жилками в такт. Вот оно самое сердце города Бильбао. Авторам удалось раскрыть задумку архитектора, используя при этом понятные многим инструменты живописи и музыки.

Важное место в развитии 3д-маппинга играет Австралийский фестиваль «Vivid Sydney». На 10 дней весь Сидней озаряется лучами света, световые художники расписывают не только Сиднейский оперный театр, но и главную улицу, мост, австралийский художественный музей. Так, художникам из того же бюро в своем шоу удалось показать особенности архитектурной композиции здания оперы, а также сложность построения его кривых. Далее зритель может увидеть все этапы строительства. Художники играют с текстурой здания, меняя его цвет, приводя ее в движение, раскрашивая в разные цвета, создавая живописные полотна.

Использование этих технологий также позволяет нам строить минималистичные сооружения, без привязки к контексту, вычурности архитектурных форм, сложности и затратности строительства, рисуя светом на них любые сложные композиции, которые казались невозможными в воплощении. Создавать параметрическую архитектуру без использования сложного оборудования, придавая ей возможность быть динамичной и изменяемой.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. www.malbred.com

РЕКОНСТРУКЦИЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ КЛАСТЕРОВ. МЕТОДЫ РЕКОНСТРУКЦИИ

А.Д. Тихомирова, Е.В. Митрофанова

Научный руководитель – **Е.В. Митрофанова**,
кандидат искусствоведения, доцент

Ярославский государственный технический университет

В статье рассматриваются методы реконструкции промышленных территорий, причины и факторы способствующие этому. Разобраны примеры на основе существующих объектов, выведена общая система мероприятий по реконструкции и переустройству.

Ключевые слова: промышленная архитектура, приспособление и реконструкция, историческая среда, методы реконструкции, архитектурная среда.

RECONSTRUCTION OF INDUSTRIAL CLUSTERS. RECONSTRUCTION METHODS

A.D. Tikhomirova, E.V. Mitrofanova

Scientific Supervisor – **E.V. Mitrofanova**,
Candidate of Sciences in Art History, Associate Professor

Yaroslavl State Technical University

The article discusses the methods of reconstruction of industrial territories, the causes and factors contributing to this. Examples are analyzed on the basis of existing facilities, a general system of measures for reconstruction and reconstruction is developed.

Keywords: industrial architecture, adaptation and reconstruction, historical environment, reconstruction methods, architectural environment.

Тенденция к реконструкции промышленных зданий, складов и территорий целых заводов наблюдается во всём мире. В данной статье будут описаны причины реконструкции, основные методы проектирования на примере воплощённых в жизнь проектов и оценка результатов прошедших испытание временем.

При изучении факта увеличения реконструированных зданий были анализированы более 30 объектов не только в России, но и в Европе, США и Азии. Практически все здания, изученные мной, ещё в недавнем прошлом находились на окраине города вдали от жилых и общественных зон. Но с увеличением площади городов, промышленные зоны обрастали жилыми массивами и новой инфраструктурой, переносясь с периферии в оживлённый городской квартал. Нередко эти здания приходили в запустение. Причиной этого являлись разные факторы: банкротство или исчезновение отрасли, смена характера производства или его увеличение, что привело к необходимости покинуть старое неподходящее пространство. Сейчас, находящиеся в непосредственной близости от центра города, огромные пустые склады, производственные цеха и территории вокруг них имеют огромную ценность. Благодаря своим габаритам они позволяют разместить внутри почти любую функцию, а прилегающие территории развиваются в парки, общественные зоны и зоны отдыха.

Множество этих зданий обладают неповторимым, старым стилем архитектуры не характерным для большинства новых, окружающих их зданий, выделяются среди застройки, что также позволяет создать центры притяжения. Большие оконные проёмы, железобетонные или металлические скелеты здания, деревянные многопролётные фермы или же старая кирпичная кладка имеют свой характер и оставляют отпечаток на восприятии архитектуры, как экстерьера, так и интерьера.

Однако подход к реконструкции промышленных зданий в каждом случае может быть индивидуален. Рассмотрим примеры уже построенных объектов с различными применёнными методами.

1. Скейтпарк и молодёжный центр г. Выборг, Дания.

Расположенное в датском городе Выборг, здание бывшего завода ветряных мельниц площадью 3170 квадратных метров теперь обладает широким спектром возможностей для самостоятельных занятий спортом, а также общедоступные помещения для молодежи. К ним относятся огромные катки, ramпы, баскетбольные площадки и мастерские.

В процессе проектирования архитекторами было решено убрать все ограждающие конструкции, сохранив бетонный каркас здания, тем самым было организовано огромное пространство, которое впоследствии было разделено на две части: спортивные помещения и студии.

Сейчас здание на сборном железобетонном каркасе облачено в полупрозрачный лёгкий фасад из поликарбоната. По задумке архитекторов такая оболочка призвана придать зданию лёгкость, а также отличить его от промышленных соседей. Кроме того в будущем новая «кожа» фасада будет служить гигантским холстом для художников, которые хотят продемонстрировать своё искусство.

Высота цеха позволила разделить внутренний объём на два этажа, что добавило ещё больше места для закрытых пространств. В их число входят: анимационная студия, студии для производства музыки и диджеинга, различные мастерские художников, а также мастерские по обработке дерева и металла.

2. Библиотека West Loop

Архитектурная фирма Skidmore, Owings & Merrill превратила здания в бывшем промышленном районе в публичную библиотеку, где сохранились оригинальные кирпичные стены и деревянные фермы. Библиотека занимает два смежных здания, одно из которых было построено в 1920-х годах, другое датируется 1945 годом.

На главном фасаде нижняя часть облицована предварительно состаренной ржавой сталью, которая со временем будет хорошо сопротивляться погодным условиям. В верхней части оригинальная штукатурка была окрашена в серый цвет и наложена круговая графика, символизирующая звуковые волны. Торцевые фасады были отреставрированы и сохранили свой прежний вид в кирпиче. Команда архитекторов удалила несущие перегородки и создала новые проёмы в стене между двумя зданиями.

Проектом также предписывалось открыть ранее скрытую систему перекрытия, состоящую из деревянных круглых ферм, балок, и расположенных между ними мансардных окон. В результате полечившаяся атмосфера чердака отобразила стиль фабрик и складов округа West Loop.

Внутри здания расположились различные открытые для посетителей зоны, в том числе места для чтения, комнаты для коворкинга и цифровое учебное пространство для подростков со студией звукозаписи, а также развивающая комната для маленьких детей.

3. Артплэй квартал

Один из лучших примеров реконструкции завода в России можно увидеть на месте бывшей фабрики «Манометр» в Москве. На его территории организован квартал архитекторов и дизайнеров под названием Артплэй. Здесь в зданиях, одному из которых около ста лет, организованы студии, офисы и образовательные учреждения для работы и обучения. По замыслу автора проекта, на территории планируется организовать мини город со своей инфраструктурой. Сейчас завод реконструируется постепенно, здание за зданием.

В отделке фасадов использованы различные материалы и графические приёмы. В основном используются яркие цвета, акцентные элементы, пристраиваются новые конструкции и архитектурные формы. Типовая архитектура зданий приобретает разнообразие и каждая функция приносит что-то новое в облик старых советских построек. Внутри также

открыты несущие конструкции, созданы дополнительные уровни, разработано новое зонирование пространства.

Проанализировав примеры, можно вывести целую систему мероприятий по переустройству любого промышленного кластера.

Внешний облик:

1. Регенерация. Реставрация внешних фасадов с использованием тех же или схожих материалов. Сохранение духа места, облицовки, деталей, проёмов.
2. Контраст. Создание современного облика с помощью внешних оболочек, лёгких фасадных систем. Прорубание новых проёмов вплоть до полного сноса ограждающих внешних конструкций.

Внутреннее пространство:

1. Максимальное раскрытие внутреннего объёма здания посредством сноса перегородок и самонесущих конструкций.
2. Выявление особенностей каркасов, несущих элементов, перекрытий и демонстрация их в открытом виде.
3. Создание дополнительных уровней «этажей» внутри высоких помещений для увеличения эксплуатируемого пространства.
4. Создание необходимых сетей и микроклимата под новую функцию.

Все изученные реконструируемые здания, сооружения, заводы и их прилегающие территории стали знаковыми местами, решив проблему «дыр» в инфраструктуре своего местоположения. Теперь на месте пустующих территорий располагаются общественные центры, школы и образовательные учреждения, апартаменты, спортивные комплексы и рекреации.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Дятков С.В.* Архитектура промышленных зданий: Учебное пособие для строительных вузов / С.В. Дятков. Москва: «Высшая школа», 1976.
2. *Дизайн архитектурной среды: Учебник для вузов / Г. Б. Минервин, А. П. Ермолаев, В. Т. Шимко, А. В. Ефимов, Н. И. Щепетков, А. А. Гаврилина, Н. К. Кудряшев.* Москва: Архитектура-С, 2006.
3. *Топчий Д.В.* Реконструкция и перепрофилирование производственных зданий / Д.В. Топчий. Изд. Ассоциации строительных вузов, 2008.

АРХИТЕКТУРА ПРОТИВ ВОЙНЫ

А.С. Федоренко, Т.А. Сиротина

Научный руководитель – **Т.А. Сиротина**, кандидат
культурологии, доцент

Ярославский государственный технический университет

В статье рассматриваются подходы к восстановлению архитектурных объектов, разрушенных или утраченных в ходе военных действий.

***Ключевые слова:** архитектура, война, руина, восстановление.*

ARCHITECTURE AGAINST THE WAR

A.S. Fedorenko, T.A. Sirotnina

Scientific Supervisor – **T.A. Sirotnina**, Candidate of Culturology,
Associate Professor

Yaroslavl State Technical University

The article discusses approaches to restoring architectural objects that were destroyed or lost in the course of military operations.

***Keywords:** architecture, war, ruin, restoration*

На протяжении всей человеческой истории, на всех этапах ее становления, человек всегда находил повод для войны. Самым страшным событием двадцатого века, которое и по сей день оказывают значительное влияние на жизнь современного человека, на модель его поведения в обществе, на среду, в которой он существует, без сомнения, является Вторая мировая война. Кроме этого, на протяжении двадцатого столетия во многих государствах в различные периоды времени происходили и другие военные конфликты, имеющие разные причины и следствия: Гражданская война в России, Косовская война и многие другие. Все эти действия, совершаемые человеком и не имеющие никакого смысла, ставят насилье выше морали и направлены на уничтожение. Война не оставляет после себя ничего, кроме могил и руин.

Военные события, несомненно, должны оставаться в памяти поколений. Архитектура является показательным результатом того, что оставляет после себя война. Именно архитектура напрямую взаимодействует с войной, так как физически претерпевает насилие и разрушения непосредственно на себе. Это один из немногих свидетелей разрушений, дошедших до наших дней. Рассказывать новым поколениям правдивые истории о трагедиях и ужасах войны стоит и архитектурным языком в том числе. Главный вопрос — как?

В ходе анализа объектов архитектурного наследия, пострадавших по причине ведения военных действий, мною было выделено пять подходов к работе с такими объектами.

Первый из них — консервация. Отличительной особенностью данного подхода является сохранение памяти о трагедии и стирание памяти о первоначальном облике разрушенного войной архитектурного объекта. Примером подхода, заключающегося в консервации руин, может служить здание министерства обороны Югославии (ныне Белград) и Мельница Гергардта (Музей-заповедник «Сталинградская битва») в Волгограде.

Второй, абсолютно противоположный подход — это восстановление первоначального облика здания и, как результат, стирание памяти о событиях, с ним произошедших. Ярким примером восстановления знаковых объектов города может служить исторический центр Ярославля после подавления белогвардейского восстания в июле 1918 года. В ходе жестоких обстрелов города была уничтожена большая часть исторической застройки города. Очевидно, что современные методики и подходы к восстановлению архитектурных объектов в 1918 году, самом собой, не существовали, так же как и Венецианская хартия реставраторов. Но этот пример ценен своим результатом, который прослеживается сегодня. Подавляющее число ярославцев не знают о том, что случилось с городом в июле 1918 года. Проблема белогвардейского восстания в наши дни приобретает другую смысловую нагрузку и проблематику. Наша цель — показать все страницы истории города: и приятные, и не очень. И сделать это с той целью, чтобы увидеть всю бессмысленность и беспощадность произошедшего. Сделать так, чтобы человек не выбирал сторону конфликта (белых или красных), а выбрал третий путь — путь, не подразумевающий насилие и разрушение.

Третий подход — регенерация — включение новой контрастной архитектуры в старый, частично сохранившийся объем разрушенной архитектуры. Например, купол Рейхстага в Берлине, спроектированный архитектором Норманом Фостером. В применённом подходе, безусловно, сохраняется память о страшных разрушениях в городе. Одновременно с этим, перед архитектором не стоит задача повторить утраченные части здания в их первоначальном облике. Купол изменил свою форму, но восполнил собой

недостающий элемент в объемной композиции здания Рейхстага, получив при этом новую, уникальную структуру.

Четвертый подход, компилирующий в себе одновременное восстановление памяти о трагедии с восстановлением облика архитектурного объекта, в проанализированных мною примерах встретился в восстановлении Фрауэнкирхе в Дрездене. Он бережно сохраняет все уцелевшее аутентичное, грамотно соединяет его с контрастным новым. После проведения археологических работ каждый вырытый камень был сфотографирован и заархивирован. В реконструкции были использованы сохранившиеся камни, однако более 90 процентов материалов были новыми. В этом проекте уделяется внимание и историческому облику здания, и событию, которое послужило его разрушению.

Также отдельно мною был выделен подход к восстановлению разрушенных войной объектов, который был описан Леббеусом Вудсом в его манифесте «Архитектура и война». Вудс уверен, что пострадавшие здания необходимо уважать и сохранять. Своими деформированными формами они предсказывают новые возможности и смыслы. Такие решения принимают на себя определенную героическую роль сотворения чего-то нового взамен чему-то утерянному.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Lebbeus woods War and architecture: Three Principles [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://lebbeuswoods.wordpress.com/2011/12/15/war-and-architecture-three-principles/>, свободный.
2. Архитектура и война: Сараевское окно [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://anastasis.me/archives/2017/09/05/8611?lang=ru>, свободный.
3. Пять книг о войне и архитектуре. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://strelkamag.com/ru/article/5-books-about-war-and-architecture>, свободный
4. Иван Матвеев Леббеус Вудс: «Архитектура – это война». [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://anastasis.me/archives/2014/07/24/4243?lang=ru>, свободный.
5. Белоголовский В. Свободные города Леббеуса Вудса [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://archi.ru/press/world/5668/lebbeus-vuds>, свободный.

СОЗДАНИЕ КОНЦЕПЦИИ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ГИДРОЭЛЕКТРОСТАНЦИИ В ГОРОДЕ ЛЮБИМ

Д.А. Чижов, Т.А. Сиротина

Научный руководитель – **Т.А. Сиротина**, кандидат
культурологии, старший преподаватель

Ярославский государственный технический университет

В статье исследуются метод выявления концепции архитектурного проекта на конкретном примере.

Ключевые слова: архитектурный анализ, метод аналогов, методика архитектурного проектирования

CREATION OF A CONCEPT FOR RESTORATION OF A HYDRO POWER PLANT IN THE LUBIM TOWN

D.A. Chizhov, T.A. Sirotnina

Scientific Supervisor – **T.A. Sirotnina**, Candidate of Culturology,
Associate Professor

Yaroslavl State Technical University

The article explores a method for identifying the concept of an architectural project using a specific example.

Keywords: architectural analysis, analogue method, architectural design methods

Зачастую утилитарные технические сооружения имеют большой потенциал для выполнения функций общественно-полезного характера, а не только прямого назначения, который не используют в полной мере. Это происходит вследствие постановки достаточно непростой задачи: сочетания нескольких разноплановых ролей на объекте, трактовка функции которого, казалось бы, должна быть однозначна.

Проекты общественных досуговых комплексов на территории бывших промышленных сооружений могут стать визитной карточкой города. Реализация подобных проектов, направленных на повышение комфорта и

разнообразия досуга людей, является проявлением заботы градоначальников о своем населении, о своем городе. Кроме того, подобные задачи и их реализация помогают привлечь или же увеличить туристический поток, что благотворно сказывается на состоянии и статусе населенного пункта.

Как раз такую задачу мы и попытались решить в городе Ярославской области – Любиме, где на месте некогда стоявшей и снесенной в середине XX века ГЭС, решили возродить водонапорную плотину для поднятия уровня воды на реке Обнора.

Помимо географически определенного места реализации проекта, для создания концепции проекта необходимо провести ряд анализов территории и поиск аналогов (реализованные проекты, на которые мы ориентировались, делая свой).

Анализ современного состояния территории представляет собой натурное исследование местоположения подразумеваемого проекта. В него входит поиск достоинств и недостатков места. Обследовав территорию проектирования, расположенную в г. Любиме, мы выяснили, что к основным ее достоинствам можно отнести живописность места расположения и, как следствие, перспективу создания новых видовых точек. Стоит отметить высокий рекреационный потенциал местности, а также благоприятная экологическая обстановка из-за отсутствия промышленных предприятий, способствующих загрязнению окружающей среды.

К негативным характеристикам выбранного участка можно отнести обрывистые берега, мешающие обследованию территории и создающие в будущем сложность при проведении строительных работ, заболоченность и неухоженность прибрежной полосы, заросший кустарником и деревьями берег, а также неблизкое местонахождение от объекта проектирования остановок, магазинов и пунктов общественного питания.

Подобный анализ дает нам понимание о том, какие потребности людей должен удовлетворять проект и, следовательно, какие функции должен в себя вмещать.

Но не стоит забывать и об эстетике. В полной мере развить эту составляющую нам помогает так называемый «метод аналогов» – метод архитектурного проектирования, который заключается в сборе и комплексном анализе реализованных в мире подобных объектов. В нашем случае аналогами послужили: дом Ошенева и дом Елизарова в Кижях, дом Скобелкина в Костромской области и ГЭС в городе Лауфенбург в Швейцарии.

В совокупности подробный анализ и подбор наиболее подходящих аналогов помогли сформировать исчерпывающую концепцию проекта, который мог бы максимально вписаться в контекст города, не нарушая его архитектурный облик, и восполнить недостающие городу функции.

Грамотное владение информацией, умение ее находить, собирать и анализировать является таким же необходимым инструментом в арсенале

архитектора, как художественное чутье. Именно грамотное владение информацией позволит нам создать актуальный проект для определенного места, а далее сузит обширные горизонты восприятия, позволяя сконцентрироваться на необходимом, для максимального использования нашего архитектурного потенциала.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Архитектурный альманах КОРПУС 3.
2. Роль аналогов в творческой деятельности архитекторов [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://book.uraic.ru/project/conf/txt/005/archvuz30_pri1/031/031.htm, свободный.
3. Методика архитектурного анализа / А.А. Мусатов, В.В. Кочергин, Ю.Е. Ревзина, М.Ю. Шубенкова. М.: МАРХИ, 2015.

УДК 72.00

**ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ И АРХИТЕКТУРНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ
ТЕРРИТОРИЙ, НА ПРИМЕРЕ ПРОЕКТА
МУЗЕЙНО-ТУРИСТИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА
ВЕЛИКОЛЕПНАЯ ШЕСТЕРКА В ЛЕНТЕХИ**

Д.Е. Туманова, Е.С. Шабанов, Н.Н. Кудряшов

Научный руководитель – **Н.Н. Кудряшов**, канд. архитектуры,
профессор

Ярославский государственный технический университет

Рассматривается архитектурно-пространственное осмысление территорий, прилегающих к грузинскому поселку Лентехи.

Ключевые слова: музейное пространство, туристическая база, архитектурно-художественное решение, функциональная программа.

**FUNCTIONAL AND ARCHITECTURAL ORGANIZATION
OF THE TERRITORIES, ON THE EXAMPLE
OF THE MUSEUM-TOURIST COMPLEX PROJECT,
THE GREAT SIX IN LENTEKHI**

D.E. Tumanova, E.S. Shabanov, N.N. Kudryashov

Scientific Supervisor – **N.N. Kudryashov**, Candidate of Architecture,
Professor

Yaroslavl State Technical University

The paper examines the architectural and spatial understanding of the territories adjacent to the Georgian village of Lentekhi.

Keywords: museum space, tourist base, architectural and artistic solution, functional program.

Объектом исследования является функциональная и архитектурная организация территорий на объектах, являющихся частью глобального туристического маршрута, и при этом обладающих местным колоритом. Для

этого было проведено изучение туристических потоков в области Сванского хребта и способов преобразовать на примере одного поселения пункт в базу с развитой инфраструктурой.

Предметом исследования является территория, предназначенная для туристического комплекса на территории поселка Лентехи на берегу реки Ласкадура. На сегодняшний день она включает филиалы альплагерей «Айлама и Зесхо», что представляет главный интерес.

Целью данного исследования является проектирование туристического комплекса на территории поселка Лентехи вблизи на берегу реки Ласкадура на базе бывших филиалов альплагерей «Зесхо» и «Айлама» 1960-ых г.

В соответствии с целью работы были поставлены следующие задачи:

1. Изучение и анализ территории проектирования.
2. Разработка архитектурного решения комплекса.
3. Выбор конструктивной схемы зданий комплекса.
4. Определение стоимости работ и услуг по проектированию комплекса.
5. Объект проектирования находится на территории Грузии, Нижняя Сванетия, поселок Лентехи. Территория расположена на улице, перпендикулярной основной улице города на укрепленном берегу р.Ласкадура.
6. Рядом с местом предполагаемой застройки находится источник минеральных вод, что является местом притяжения как местных жителей, так и туристов.
7. Площадь участка составляет примерно 58 000 м², при длине 510 м и ширине от 20 до 146 м. На данный момент это территория частной застройки, и для последующего использования под строительство общественных сооружений необходим выкуп земли, поэтому границы приведены приблизительно. Перепад высот составляет около 20 м, что позволяет сделать активную вертикальную планировку участка, задействовав существующий рельеф. Угол наклона рельефа у подножия составляет около 30 градусов, поэтому усиленные меры по укреплению склонов не требуется. Территория находится в низине между двумя небольшими хребтами, потому ландшафт сам выявляет подходящее место для застройки.
8. Границы участка представлены между подножьем Сванского хребта с западной стороны и горной рекой Ласкадура с восточной. На территории уже имеется спортивный комплекс в южной части и не используемые по назначению базы альплагерей «Зесхо» и «Айлама», что говорит о заинтересованности в развитии данной

территории, как точкой отсчета спортивной деятельности, в частности любительского альпинизма, а также об истории этого места.

Первое, что приходит в голову при слове горы – это свежий воздух, нетронутая природа и конечно же альпинизм. Для данной местности этот вид спорта не пустой звук – это память и гордость за тех, кто смог покорить Северную Ушбу («Зеркало» Ушбы). Именно идея передвижения команды альпинистов в связке стало духом места данной территории. Каждый, кто хотя бы раз пробовал подняться на скалу знает, что веревка, которая связывает каждого, может спасти жизнь. Плавными зигзагами переходя от одной области к другой, она связывает всех воедино, заставляя всю команду работать как один механизм. Таким способом в альпинизме проходились опасные участки.

Есть еще такой термин – «горная цепь», где все вершины составляют горный хребет. Таким образом каждый изгиб образует определенное общественное пространство, где связующими точками на изломе служат здания. Тем самым каждая вершина здания формирует общий «хребет» комплекса.

Таким образом получается структура, где один элемент взаимодействует со следующим и находится с ним в неразрывной связи.

Особенность места и рельеф являются прямыми источниками для генерации идей, начиная от самой горы, послужившей формированию команды Михаила Хергиани, включавшей Михаила Хергиани Мл., Шалико Маргиани, Джокна Гугава, Гиви Цередиани, Джумбера Кахиани. Ушба – «двуглавая» гора соответственно имеет две вершины, поэтому сам объем может дублировать эффект, тем самым подчеркивая единство природы и архитектуры. При каждом из шести изгибов главной туристической линии генплана находятся объемы, дублирующие плоскостное решение объемной композицией.

Идея начинается с генплана, когда мы можем проследить 6 изгибов главной линии. Как у каждого из альпинистов был свой характер, так каждый изгиб имеет свою функцию в общей концепции комплекса. Эти горные «долины» дополняются «пиками» зданий, которые обрамляют каждый изгиб. Так формируется «горная цепь» фасадов.

Основу или ядро музейной функции составляет шесть гостевых домов, где первые этажи предназначены для экспозиции, посвященной каждому из альпинистов, также служат местом сбора во время вечернего ужина и выполняют функцию небольшого обеденного зала и гостиной.

Мы выделили в каждом из альпинистов наиболее ценные человеческие качества, которые помогают преодолевать трудности и покорять вершины. Это сила и мужество, верность, общительность и умение работать в команде, смелость и отвага, собранность и дисциплина, гордость и независимость в принятии решений.

Генеральный план разработан с учетом его главной задачи – быть визуальным путеводителем для туриста. Учитывая существующую застройку и точки входа-выхода на территорию, появляются зоны, которые более остальных взаимодействуют с прилегающей дорогой. Данный способ позволяет отделить их от общественной, жилой, и оздоровительной зон. Парковочные места находятся ближе к зоне временного пребывания – спорткомплекса, спортплощадок и скалодрома, а также у разворотной площадки после моста, где находится инфоцентр всего комплекса и подъезд к гостинице. Композиция и структура генплана складывается из трех факторов: функциональное зонирование, туристическая кривая («хребет»), и возвышенный рельеф в северо-западной части.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Архитектурное проектирование общественных зданий и сооружений: Учебник для вузов / В.В. Адамович, Б.Г. Бархин, В.А. Варезкин и др.; под общ. Ред. И.Е. Рожина, А.И. Урбаха. 2-е изд., перераб. и доп. М.: Стройиздат, 1984. 543 с.
2. Жилищная архитектура. Жилищное строительство. Жилые здания [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://dealmark.narod.ru/udk-72/udk-728.htm> (дата обращения: 14.03.2019).
3. Невероятный край горной Грузии – удивительная Рача-Лечхуми и Нижняя Сванетия [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://geo.holiday/regiony-gruzii/racha-lechkhumu-kvemo-svaneti> (дата обращения 19.06.19)
4. НП 6.5-73 Туристские учреждения. Помещения туристских баз, moteley, приютов и хижин [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://files.stroyinf.ru/Index2/1/4293847/4293847836.htm> (дата обращения: 21.03.2019).
5. СП 279.1325800.2016 Здания профессиональных образовательных организаций. Правила проектирования [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/456086028> (дата обращения: 06.03.19).

ОЧИСТНЫЕ СООРУЖЕНИЯ В ПОСЕЛКЕ БОРИСОГЛЕБСКИЙ ЯРОСЛАВСКОЙ ОБЛАСТИ

В.С. Герасимова, А.И. Ахременко

Научный руководитель – **А.И. Ахременко**, канд. техн. наук, доцент

Ярославский государственный технический университет

В данной статье рассматривается очистка хозяйственно-бытовых сточных вод в поселке городского типа с применением высокоэффективной установки биологической очистки.

Ключевые слова: сточные воды, очистные сооружения, механическая и биологическая очистка, обеззараживание, нормы сброса, активный ил.

TREATMENT FACILITIES IN THE VILLAGE OF BORISOGLEBSKY, YAROSLAVL REGION

V.S. Gerasimova, A.I. Akhremenko

Scientific Supervisor – **A.I. Akhremenko**, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor

Yaroslavl State Technical University

This paper examines the treatment of domestic wastewater in an urban-type settlement using a highly efficient biological treatment plant.

Keywords: sewage water, treatment facilities, mechanical and biological treatment, disinfection, discharge standards, activated sludge.

В настоящее время процесс очистки сточных вод поселка городского типа имеет большое экологическое значение. Повышение требований к качеству очищаемых стоков заставляет искать более эффективные и экологически безопасные способы удаления загрязнений из сточных вод.

Для очистки хозяйственно-бытовых сточных вод в мкр. Аграрник п. Борисоглебский Ярославской области предусмотрено строительство очистных сооружений, разработанных на базе современной высокоэффективной технологии биологической очистки сточных вод с применением

модульной установки «КБО-200М». Данная установка обеспечивает содержание загрязняющих веществ в очищенных водах на уровне ПДК водоемов рыбохозяйственного назначения.

На проектируемые очистные сооружения поступают сточные воды в объеме 200 м³/сут, не соответствующие по своему качественному и количественному составу требуемым нормативам качества, предъявляемым к водовыпуску.

В целях достижения требуемых нормативов качества сточных вод, отводимых в пониженную часть рельефа, предусмотрены очистные сооружения, включающие:

- механическую очистку от взвешенных веществ и усреднение водного потока в резервуаре накопительном, входящим в комплект модульной установки «КБО-200М»;

- многостадийную биологическую очистку с последующей глубокой биологической доочисткой, а также обеззараживание очищенных стоков на модульной установке биологической очистки хозяйственно-бытовых сточных вод «КБО-200М».

Поступление хозяйственно-бытовых стоков на очистку на проектируемые очистные сооружения осуществляется путем подключения к существующей канализационной сети. Исходные сточные воды из существующего колодца поступают в резервуар накопительный, где очищаются от взвешенных веществ и усредняются по составу. Водный поток, прошедший механическую очистку, направляется на многостадийную биологическую очистку на 4-х блоках биологической очистки «ББО-50» (рис. 1), работающих параллельно, а затем обеззараживается на установке ультрафиолетового обеззараживания воды «АБИ-10». Очищенные и обеззараженные стоки выпускаются на рельеф. В результате предлагаемой схемы очистки хозяйственно-бытовых стоков достигаются требуемые нормативы качества воды.

Для обезвоживания осадка, образующегося в ходе очистки хозяйственно-бытовых стоков, проектными решениями предусмотрена установка обезвоживания осадка.

Модульная установка биологической очистки сточных вод «КБО-200М» предназначена для биологической очистки, доочистки и обеззараживания хозяйственно-бытовых и близких к ним по составу сточных вод до норм сброса в водоемы рыбохозяйственного назначения.

Принцип предлагаемой технологии заключается в изменении условий подачи сточных вод на сооружения биологической очистки за счет создания гидравлических потоков водно-иловой смеси через секции биоблоков, входящих в состав модульной установки, оптимизации процесса биохимического окисления органических примесей активным илом, управления режимом рециркуляции активного ила.

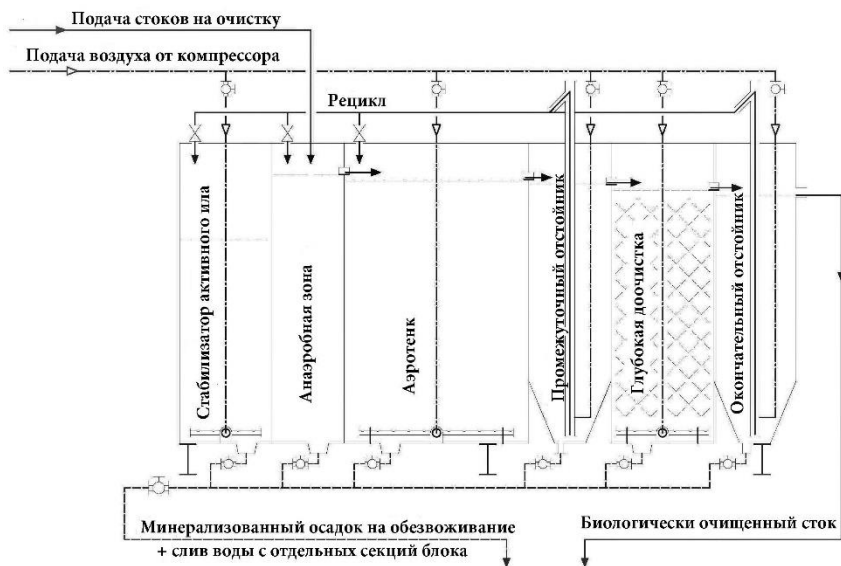


Рис. 1. Технологическая схема блока биологической очистки «ББО-50»

К преимуществам предлагаемой технологии относится полная деструкция органических загрязнений с удалением биогенных веществ, которая осуществляется за счет чередования аэробных и анаэробных процессов биохимического окисления примесей в сточных водах.

Качественный и количественный состав воды, поступающей на очистку, состав воды после очистки, а также требуемые нормативы качества представлены в таблице 1.

Эффективность очистки бытовых сточных вод с применением модульной установки «КБО-200М» составляет: от органических веществ (по БПК₅) – 98,5÷99,5%; от взвешенных веществ – 98÷99%; от азота аммонийного – 98,5%; от фосфатов – 95÷98%.

Очищенные сточные воды с применением предлагаемой технологии соответствуют современным экологическим требованиям и установленным нормативам сброса загрязняющих веществ в поверхностные водоемы.

**Таблица 1. Состав воды до и после очистки на очистных сооружениях
«КБО-200М»**

Показатель	Состав стоков до очистки, мг/л	Эффективность очистки, %	Состав стоков после очистки, мг/л	Требуемый норматив качества, мг/л
1	2	3	4	5
Взвешенные вещества	245	98,5 - 99	3,67	9,25
БПКп	225	99	3,0	3,0
Азот аммонийных солей	46,6	99	0,4	0,4
СПАВ	2,5	80	0,5	0,5
Общие колиформные бактерии	24000КОЕ /100мл	98	не более 500 КОЕ/100мл	не более 500 КОЕ/100мл
Термотолерантные колиформные бактерии	24000КОЕ /100мл	99,5	не более 100 КОЕ/100мл	не более 100 КОЕ/100мл
Колифаги	10 БОЕ /100мл	-	не более 10 БОЕ/100мл	не более 10 БОЕ/100мл

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Справочное пособие к СНиП 2.04.03-85 Проектирование очистных сооружений для очистки сточных вод.
2. Очистка сточных вод / П. Армос, М. Хенце, Й. Ля-Кур-Янсен, Э. Арван / Пер. с англ. Изд-во МИР, 2004.
3. Приказ Федерального Агентства по рыболовству №20 от 18 января 2010г. «Об утверждении нормативов качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения, в том числе нормативов предельно допустимых концентраций вредных веществ в водах водных объектов рыбохозяйственного значения (утвержден 9 февраля 2010 г., рег. N 16326);
4. Воронов Ю.В. Водоотведение и очистка сточных вод: учебник. Изд. 4-е, доп. и перераб. М.: Изд-во Ассоциации строительных вузов, 2006. 702 с.
5. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.newecologist.ru/ecologs-5007-1.html>.

СТАНЦИЯ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД ОАО «ЯРПИВО» В Г. ЯРОСЛАВЛЬ

А.Е. Челпина, А.И. Ахременко

Научный руководитель – **А.И. Ахременко**, канд. техн. наук,
доцент

Ярославский государственный технический университет

Статья описывает проектные критерии и технологические процессы очистных сооружений Ярославского пивоваренного завода.

Ключевые слова: очистные сооружения, расход сточной воды, эффективность очистки, биологическая очистка, биогаз, механическая очистка, активный ил, аэрация, отстойник.

THE WASTEWATER TREATMENT PLANT OF ОАО YARPIVO IN YAROSLAVL

A.E. Chelpina, A.I. Akhremenko

Scientific Supervisor – **A.I. Akhremenko**, Candidate of Technical
Sciences, Associate Professor

Yaroslavl State Technical University

The paper examines a design criteria and technological processes of the treatment plant of the Yaroslavl brewing plant.

Keywords: treatment plant, waste water consumption, cleaning efficiency, biological treatment, biogas, mechanical cleaning, active sludge, aeration, sedimentation tank.

При проектировании очистных сооружений промышленно-бытовых сточных вод пивзавода «Ярпиво» в качестве базовых проектных критериев были приняты параметры сточной воды для входа и выхода очистных сооружений. Характеристики сточной воды после очистных сооружений должны удовлетворять требуемым нормативами стандартным значениям для сбрасываемых сточных вод. Проектная эффективность очистки для основных ступеней технологического процесса и концентрации в очищенных сточных водах указаны в приводимой ниже таблице:

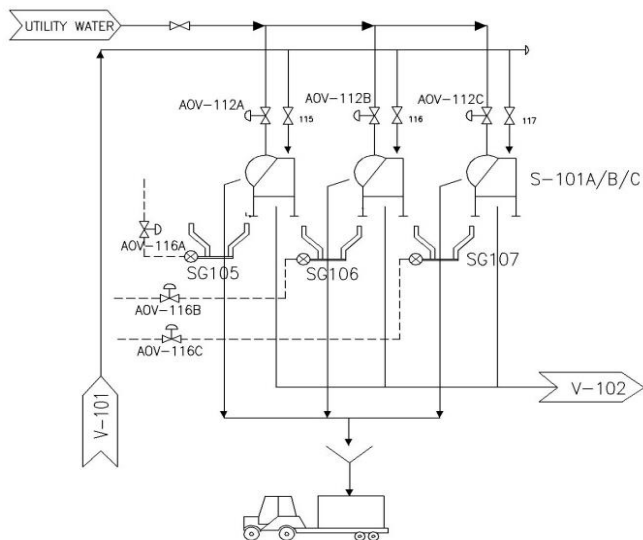


Рис. 1. Схема фильтров тонкой очистки с бункерами

Необходимые химикаты, требующиеся для кондиционирования сточной воды перед ее подачей в анаэробный реактор, готовятся в блоках подготовки химикатов. Система этих блоков состоит из сооружений для подготовки NaOH, HCl, FeCl₃ и пеногасителя. NaOH и HCl необходим для поддержания уровня pH сточной воды на уровне между 6,5 и 7,5 с помощью pH-метра. Также NaOH необходим для процесса скруббирования, а пеногаситель служит для предотвращения образования слоя пены на поверхности воды, препятствующего высвобождению биогаза.

Степень анаэробной биологической очистки представлена тремя базовыми блоками: резервуар кондиционирования, в котором осуществляется регулировка уровня pH и температуры, добавление железа и пеногасителя; анаэробный реактор восходящего потока с иловой подушкой, в котором содержащиеся в сточной воде загрязнители разлагаются на H₂O, CO₂ и CH₄ (метан) при температуре в реакторе 35°C (конечным продуктом является биогаз – смесь CO₂, CH₄ и остаточное содержание H₂S) и анаэробный иловый резервуар.

Биогаз собирается в верхней части анаэробных реакторов и направляется на скруббер, где происходит удаление серной составляющей. В ходе того процесса, загрязнители, находящиеся в газообразном состоянии, удаляются при прохождении газовой массы через скруббирующую жидкость (NaOH) и вступлении с ним в контакт. Скруббирующая жидкость увеличивает степень поглощения путем реагирования с загрязнителем, как

только он оказывается растворенным в ней и, таким образом, эффективно удаляет его химическим способом. После этого биогаз может непосредственно поступать на факельную установку на сжигание в контролируемых условиях, либо же он может использоваться в качестве источника энергии при сжигании его в котельной завода.

Ступень аэробной очистки представлена впускной камерой аэрационного резервуара, где происходит объединение и смешивание поступающей сточной воды и возвратного рециркуляционного активного ила; аэрационными бассейнами, в которых осуществляется аэробное окисление благодаря активному илу; и отстойным резервуаром, где происходит осаждение активного ила в виде хлопьев, сбор которых обеспечивается с помощью скребка. Некоторая часть ила рециркулируется обратно на ступень аэробной очистки для увеличения времени удержания и для регулировки необходимой концентрации микроорганизмов в аэрационном бассейне – то есть такой концентрации, при которой будут обеспечены условия для улучшенной эффективности процесса биологической очистки. Остальной ил будет направлен в систему обезвоживания.

Блоки доочистки очищенных стоков применяются с целью достижения тех низких значений загрязнений стоков, которые требуют российские стандарты. Данная часть сооружений состоит из системы непрерывной песчаной фильтрации, позволяющей понизить содержание в ней взвеси и ХПК; и системы УФ дезинфекции.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. СП 32.13330.2018 Канализация. Наружные сети и сооружения;
2. МУ-58-07. Сооружения для механической и биологической очистки городских и производственных сточных вод: Метод. указания к выполнению курсового проекта по дисциплине "Комплексное использование и охрана водных ресурсов" / Сост.: Е.А. Михайлов, Е.А. Фролова, И.В. Савицкая. Ярославль: Изд-во ЯГТУ, 2007. 34 с.
3. Яковлев С.В. Биохимические процессы в очистке сточных вод / С.В. Яковлев, Т.А. Карюхина. М.: Стройиздат, 1980. 200 с.
4. Очистка производственных сточных вод / С.В. Яковлев, Я.А. Карелин, Ю.М. Ласков [и др.]. М. : Стройиздат. 1985. 335 с.
5. Колобанов С.К. Проектирование очистных сооружений канализации / С.К. Колобанов, А.В. Ершов, М.Е. Кигель. Киев: Будівельник, 1977. 224 с.

НОРМАТИВНО-ПРАВОВАЯ БАЗА ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ, СТРОИТЕЛЬСТВЕ И РЕКОНСТРУКЦИИ ОЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЙ

Е.С. Алферова, Ю.С. Кашенков

Научный руководитель – **Ю.С. Кашенков**, канд. техн. наук,
доцент

Ярославский государственный технический университет

В представленной статье рассматриваются основные нормативно-правовые акты, регламентирующие требования к очистным сооружениям и качеству требуемой очистки. Цель статьи заключается в проведении анализа существующей нормативной базы, применяемой при проектировании, строительстве или реконструкции очистных сооружений. Приведены примеры федеральных целевых программ для крупнейших водоемов страны.

Ключевые слова: *нормативно-правовая база, очистные сооружения, очистка сточных вод, обеззараживание, водовыпуск, федеральная целевая программа.*

REGULATORY FRAMEWORK FOR THE DESIGN, CONSTRUCTION AND RECONSTRUCTION OF WASTEWATER TREATMENT

E.S. Alferova, Yu.S. Kashenkov

Scientific Supervisor – **Yu.S. Kashenkov**, Candidate of Technical
Sciences, Associate Professor

Yaroslavl State Technical University

This article discusses the main legal acts that regulate the requirements for treatment facilities and the quality of the required treatment. The purpose of the article is to analyze the existing regulatory framework used in the design, construction or reconstruction of treatment facilities. Examples of Federal target programs for the largest reservoirs of the country are given.

Keywords: *regulatory framework, treatment facilities, wastewater treatment, disinfection, water discharge, Federal target program.*

Проблема качественной очистки сточных вод за последние годы становится все более актуальной в связи с ростом численности мирового населения, с увеличением темпов развития инфраструктуры и урбанизации. Антропогенное воздействие наносит наибольший ущерб водной части биосферы. В нашей стране на сегодняшний день создана обширная нормативно-правовая основа, касающаяся очистных сооружений и контроля за качеством очистки сточных вод. Очистка сточных вод представляет собой процесс удаления различных загрязнений (до установленных требований) перед выпуском в точку сброса, например, водоем или канализационный коллектор.

Оценка важности процессов очистки и надежности очистных сооружений является важной составляющей частью процесса планирования и проектирования. Сточные воды попадают в водоносные горизонты и загрязняют поверхностные воды, что может стать причиной ухудшения здоровья населения, формирования многочисленных болезней и изменения условий водопользования. С целью ликвидации и предотвращения подобных последствий на территории РФ действует ряд нормативно-правовых актов, регламентирующих требования к качеству очистки и к очистным сооружениям в целом. К таким документам относятся своды правил: «Канализация. Наружные сети и сооружения» [1] и «Внутренний водопровод и канализация зданий» [2]. В санитарных правилах и нормах [3] зафиксированы требования к качеству очищенных сточных вод, сбрасываемых в водоемы хозяйственно-питьевого и культурно-бытового назначения.

Цели и принципы общегосударственной политической деятельности в области водоснабжения и водоотведения ориентированы на сокращение отрицательного влияния на водоисточники путем повышения качества очищения сточных вод. Основным нормативным документом, регламентирующим требования для выпуска очищенных сточных вод в водоем рыбохозяйственного значения, является Приказ Министерства сельского хозяйства РФ №552 от 13 декабря 2016 года [4]. В нем закреплены нормативные показатели качества воды (такие как взвешенные вещества, температура, водородный показатель, плавающие примеси, растворенный кислород, БПК и т.д.) и определены предельно допустимые концентрации вредных веществ (ПДК) в водных объектах рыбохозяйственного значения (например, для алюминия, аммония, железа и др.).

Отношения в сфере водоснабжения и водоотведения регулируют законы №416-ФЗ [5] и №7-ФЗ [6]. В ст. 65 Водного кодекса РФ [7] регламентируются проектирование, строительство, реконструкция, ввод в эксплуатацию очистных сооружений в водоохраных зонах и прибрежных защитных полос. Размер санитарно-защитных зон канализационных очистных сооружений определен в СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03 [8] в зависимости от расчетной производительности (в тыс м³/сут).

Для всех уровней очистки сточных вод последним этапом перед сбросом сточных вод в водоем является обязательная дезинфекция, которая уничтожает любые оставшиеся патогены в сточных водах и защищает здоровье людей. Нормативные значения по бактериологическим показателям зафиксированы в Методических указаниях [9]. Используемое для обеззараживания ультрафиолетовое излучение все чаще составляет конкуренцию хлору как дезинфицирующему средству для сточных вод.

Особую значимость вопроса качественной водоочистки подтверждает внедрение целевых программ и проектов на федеральном уровне. Одной из таких программ является ФЦП «Охрана озера Байкал и социально-экономическое развитие байкальской природной территории на 2012-2020 годы», среди ключевых задач которой – снижение сбросов загрязняющих веществ в водоемы местной территории. Осуществление данной цели достигается путем строительства и реконструкции очистных сооружений. В результате осуществления планов программы и решения задач планируется запуск в работу 14 комплексов очистных сооружений суммарной мощностью 442205,32 м³/сут; модернизация и реконструкция 1 объекта водоотведения, общая мощность которого 38000 м³/сут [10].

Тенденция на осуществление подобных программ развивается и в конце 2018 года напрямую коснулась самой большой по водности, площади бассейна и длине реки в Европе. В рамках Национального проекта «Экология» утвержден федеральный проект «Сохранение и восстановление реки Волги», в котором детально разработан план реализации мероприятий на 2018 – 2024 годы. В соответствии с паспортом Программы через очистные сооружения Ярославской области было пропущено 309,1 млн. м³ (по состоянию на конец 2016 года). В течение 2016 года пропускная способность очистных сооружений составляла 113,1 млн. м³. Из общего объема сточных вод, прошедших очистку, нормативные значения получены лишь в 20,3 % стоков. Следовательно, для улучшения последнего показателя есть острая необходимость в реконструкции, модернизации и строительстве очистных. На существующих точках сброса в водоем нередко игнорируется обязательная дезинфекция очищенных сточных вод. Проектные (расчетные) значения производительности очистного оборудования не соответствуют фактическим. Устранение данных недостатков также обозначены в списке целей указанной программы [11].

Реализация подобных ФЦП позволит сократить объемы поступления в водоемы загрязненных сточных вод, осуществить прирост мощности очистных сооружений благодаря строительству новых и реконструкции имеющихся. Существующая нормативно-правовая база постоянно совершенствуется и редактируется в Правительстве, исходя из существующей

экологической ситуации в стране. На сегодняшний день по всему миру отчетливо наблюдается тенденция на экологизацию производств и минимизацию антропогенного воздействия на окружающую среду.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. СП 32.13330.2018 «Канализация. Наружные сети и сооружения».
2. СП 30.13330.2016 «Внутренний водопровод и канализация зданий».
3. СанПиН 2.1.5.980-00 Гигиенические требования к охране поверхностных вод.
4. Приказ Министерства сельского хозяйства Российской Федерации №552 от 13 декабря 2016 года «Об утверждении нормативов качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения, в том числе нормативов предельно допустимых концентраций вредных веществ в водах водных объектов рыбохозяйственного значения (с изменениями на 12 октября 2018 года)».
5. Федеральный закон "Об охране окружающей среды" от 10.01.2002 №7-ФЗ (последняя редакция).
6. Федеральный закон от 07.12.2011 (ред. от 25.12.2018) "О водоснабжении и водоотведении" №416-ФЗ.
7. Водный кодекс РФ от 03.06.2006 №74-ФЗ (ред. от 02.08.2019).
8. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03 Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов.
9. МУ 2.1.5.800-99 Методические указания 2.1.5. Водоотведение населенных мест, санитарная охрана водоемов организация госсанэпиднадзора за обеззараживанием сточных вод.
10. Постановление Правительства Российской Федерации N 847 от 21 августа 2012 года «О федеральной целевой программе "Охрана озера Байкал и социально-экономическое развитие Байкальской природной территории на 2012-2020 годы» (с изменениями на 17 марта 2018 года)».
11. Постановление Правительства Ярославской области N234-п от 30 марта 2018 года «Об утверждении региональной программы "Развитие водоснабжения и водоотведения Ярославской области" на 2018-2024 годы (с изменениями на 12 декабря 2019 года)».

УЧЕТ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ИЗЛУЧЕНИЙ В ПРИРОДООБУСТРОЙСТВЕ ТЕРРИТОРИИ

М.П. Нагибина, А.Е. Бородкин, Г.А. Фоменко

Научный руководитель – **Г.А. Фоменко**, д-р геогр. наук,
профессор, академик РАН

Ярославский государственный технический университет

Осознание серьезности последствий электромагнитного воздействия на здоровье людей, в быстро развивающемся мире, приводит к созданию наиболее удобных, точных и многофункциональных инструментов для моделирования, оценки экспозиции и рисков.

Ключевые слова: электромагнитный смог, ЭМП, риски здоровью населения, устойчивое развитие.

ACCOUNTING OF ELECTROMAGNETIC RADIATION IN ENVIRONMENTAL MANAGEMENT OF THE TERRITORY

M.P. Nagibina, A.E. Borodkin, G.A. Fomenko

Scientific Supervisor – **G.A. Fomenko**, Doctor of Sciences
in Geography, Professor, Academician of RANS

Yaroslavl State Technical University

Awareness of the seriousness of electromagnetic effects on human health in a rapidly developing world leads to the creation of more convenient, accurate and multi-functional.

Keywords: electromagnetic smog, electromagnetic fields, human health risks, sustainable development.

Активное размещения различных объектов, реализующих волновые электромагнитные процессы на городских и сельских территориях, привело к резкому дисбалансу между естественным и искусственным электромагнитным фоном. Широкое развитие телекоммуникационных сетей, размещение базовых станций сотовой связи, радионавигационных систем создает новую неконтролируемую опасность, как для природных экосистем,

так и для всего населения. По сути, речь идет об «электромагнитном смоге», как одного из видов антропогенного энергетического, неаккумулирующегося загрязнения окружающей среды. В современном мире «электромагнитный смог», различного генеза, является уже привычной составляющей антропоэкосистем, это создает большие трудности в природоохранном управлении. В Российской Федерации управление электромагнитной безопасностью практически не сформировалось, в первую очередь за счет отсутствия четкой нормативно-правовой базы. Имеющиеся единичные санитарные нормы и правила, методические рекомендации, характеризуются значительной неопределенностью в интерпретации, что затрудняет их эффективного применения в территориальном планировании и безопасном размещении источников электромагнитного загрязнения в городах и сельских поселениях, показывает **актуальность** рассматриваемой темы.

Реализация принципов устойчивого развития в быстро изменяющемся и полном неопределенностей мире, когда стремление человека к техническому развитию ставит под вопрос экологическую безопасность, требует наличия современного риск-ориентированного подхода к управлению электромагнитной безопасностью. Данные вопросы рассматриваются World Health Organization (Всемирной Организацией Здравоохранения), International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection (Международной комиссией по защите от неионизирующих излучений), а также Российским национальным комитетом по защите от неионизирующих излучений. Данный вопрос рассматривался Всемирной ассоциацией радиационной защиты с 1973-1977 гг., Всемирной организацией здравоохранения в 1981, 1984 и 1993 гг. [5].

Патофизиологические механизмы воздействия электромагнитных полей характеризуются поливалентностью, преимущественно через нервно-гуморальное звено и процессы обмена веществ [2,3,4]. Негативному воздействию от ЭМП подвергаются нервная, эндокринная, иммунная, сердечно-сосудистая, система крови и кроветворения, репродуктивная система. Кроме того следует отметить, что рабочей группой научных экспертов Международного агентства по исследованию рака (МАИР, IARC) Всемирной Организации Здравоохранения, электромагнитным полям присвоена группа 2B – возможный канцероген для человека [1]. Сформулированный круг проблем позволил сформулировать **цель** работы, которая заключается в совершенствовании подходов зонирования селебтных территорий по электромагнитному фактору с учетом критериев приемлемости рисков здоровью населения, ассоциированных эксплуатацией передающих радиотехнических объектов (на примере международного аэропорта). Для достижения данной цели решены следующие **задачи**: (а) выполнен мета-анализ отечественного и зарубежного опыта территориаль-

ного управления по фактору ЭМИ; (б) дана оценка экспозиционной и рискованной нагрузки при воздействии ЭМИ от передающих радиотехнических объектов (на примере международного аэропорта); (в) дана патофизиологическая характеристика основным возможным негативным эффектам при воздействии электромагнитных полей на потенциально экспонируемое население; (г) разработаны картографические материалы зон ограничения застройки с учетом критериев приемлемости рисков здоровью от воздействия электромагнитного фактора.

Материалы и методы исследования. Исследуемая территория расположена в Хабаровском крае, в г. Хабаровске. В качестве гигиенически значимых участков были выбраны производственная зона и селитебные территории, расположенные в непосредственной близости. Определены маршруты воздействия, идентификация среды, в которой происходит распространение электромагнитных полей. Определены значения плотности потока энергии передающих радиотехнических объектов, уровни средней и средневзвешенной экспозиции с учетом и без учета времени пребывания потенциально экспонируемого населения, выявлены приоритетные рецепторные точки с наиболее высокими значениями уровней энергетической экспозиции. Оценка экспозиции выполнялась с использованием данных технической документации на источники ЭМП, расчеты плотности потока энергии выполнены с помощью программного комплекса SanZone (ООО «Центр телекоммуникационных технологий»). На этапе характеристики риска выполнен расчет риска развития глиом, менингиом и лейкозов с использованием эволюционных математических моделей.

Результаты и их обсуждение. Результаты мета-анализа научных работ показал, что в настоящее время не так много нормативно-методической документации, а по оценке риска всего 1 документ. Имеются отдельные публикации, которые посвящены вопросам территориального управления. В России это публикация используется для обоснования границ санитарно-защитной зоны.

При этом следует отметить результаты пилотного научно-исследовательского проекта, выполненного сотрудниками Института «Кадастр», впервые реализующего методологические принципы оценки риска здоровью населения при воздействии электромагнитного фактора, в рамках работ по обоснованию достаточности седьмой подзоны приаэродромной территории.

Показатели электромагнитной экспозиции, создаваемой суммарным воздействием ПРТО аэропорта по всем рецепторным точкам (на границе жилой зоны и на границе аэропорта) не превышают ПДУ. Показатели энергетической экспозиции в рецепторных точках на границе аэропорта имеют низкие значения и находятся в пределах 0,0007–0,0258 мкВт/см²

(таблица 1). Основной вклад в энергетическую экспозицию вносят наземные радиопередатчики и радиомаячная система (радиомаяк дальномерный навигационно-посадочный, азимутальный радиомаяк и дальномерный радиомаяк, а также отдельная приводная радиостанция). Несмотря на достаточно стабильную и умеренную электромагнитную экспозицию, эволюции риска заболевания глиомой показывает несколько неблагоприятную картину, что характеризуется приемлемым уровнем риска для профессиональных групп и неприемлемым для населения в целом (более 10^{-4} , но менее 10^{-3}). Для заболеваний менингиомой и лейкозом значения рисков идентифицированы на предельно допустимом уровне (более 10^{-4} , но менее 10^{-3}). Гигиенически значимой критической системой является ЦНС (головной мозг). Наиболее высокие темпы роста уровней риска составляют 50,0 % для заболеваний глиомой и менингиомой. Анализ эволюции риска заболеваемости лейкозом при пятидесятилетнем воздействии ЭМИ, показал следующее: значения риска развития лейкоза остаются на одном уровне на протяжении всего периода воздействия – таким образом, развитие лейкоза при данном уровне экспозиции у потенциально экспонируемого населения маловероятно.

Таблица 1. Сводная характеристика рисков развития опухолевой патологии при воздействии ЭМИ

Время воздействия, год	Глиома (R ^G)	Менингиома (R ^M)	Лейкоз (R ^L)	Глиома (R ^G)	Менингиома (R ^M)	Лейкоз (R ^L)
0	4,80E-06	2,00E-07	2,99601E-05	0,0000000	0,0000000	0,000000000
10	4,79E-05	2,00E-06	2,99608E-05	0,0000444	0,0000017	0,0000254668
20	9,57E-05	4,00E-06	2,99616E-05	0,0000912	0,0000034	0,0000254674
30	1,43E-04	6,00E-06	2,99624E-05	0,0001379	0,0000051	0,0000254681
40	1,91E-04	8,00E-06	2,99631E-05	0,0001844	0,0000068	0,0000254687
41	1,96E-04	8,20E-06	2,99632E-05	0,0001890	0,0000070	0,0000254688
42	2,00E-04	8,40E-06	2,99633E-05	0,0001936	0,0000071	0,0000254688
43	2,05E-04	8,60E-06	2,99633E-05	0,0001982	0,0000073	0,0000254689
44	2,10E-04	8,80E-06	2,99634E-05	0,0002028	0,0000075	0,0000254690
45	2,15E-04	9,00E-06	2,99635E-05	0,0002075	0,0000077	0,0000254690
46	2,19E-04	9,20E-06	2,99635E-05	0,0002121	0,0000078	0,0000254691
47	2,24E-04	9,40E-06	2,99636E-05	0,0002167	0,0000080	0,0000254692
48	2,29E-04	9,60E-06	2,99637E-05	0,0002213	0,0000082	0,0000254692
49	2,34E-04	9,80E-06	2,99638E-05	0,0002259	0,0000083	0,0000254693
50	2,38E-04	1,00E-05	2,99638E-05	0,0002305	0,0000085	0,0000254693

Примечания:
R^G – вероятность заболевания глиомами на начальный (заданный) момент времени, в расчете на 100 тыс.
R^M – вероятность заболевания менингиомами на начальный (заданный) момент времени, в расчете на 100 тыс. человек;
R^L – вероятность заболевания лейкозом на начальный (заданный) момент времени, в расчете на 100 тыс. человек;
R^G – приведенный индекс риска формирования глиомы, связанный с фактором ЭМИ
R^M – приведенный индекс риска формирования менингиомы, связанный с фактором ЭМИ
R^L – приведенный индекс риска формирования лейкоза, связанный с фактором ЭМИ

Таким образом, результаты выполненных исследований показали, что внедрение риск-ориентированных подходов к территориальному

управлению, обеспечению электромагнитной безопасности и учету электромагнитных излучений в природообустройстве городских и сельских территорий позволит более эффективно осуществлять выбор приоритетов для формирования функционирования территориальных систем наблюдения за состоянием окружающей среды, способствуют решению градостроительных вопросов при реконструкции жилых кварталов старой застройки, оптимизации размещения новых микрорайонов; разработке рекомендаций по минимизации рисков здоровью населения от воздействия электромагнитного излучения. Для активной реализации территориального планирования необходимо усовершенствовать нормативно-правовую базу, санитарные нормы и методические рекомендации.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Построение диалога о рисках от электромагнитных полей. Радиационная программа. Отдел по защите среды, окружающей человека. Всемирная организация здравоохранения. Женева, Швейцария, 2004.
2. *Гилинская Н.Ю.* Механизмы действия магнитных полей на биологические системы.- Изд. АНРФ Сер. Биологии, 1999.
3. Lacy-Hulbert A., Metcalfe J.C., Hesceth R. Biological responses to electromagnetic fields // *FASEB J.* 1988. Vol. 12. P. 395-420.
4. Tirhonova S.I., Curvich E.B., Rubtsova N.B. // In: Proceedings of 2-nd International Conference «Electromagnetic Fields and Human Health». Moscow. 1999. P. 319.
5. http://bioemf.ru/conf/conf2/GRIGORIEV_OLEG.pdf

**ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОЦЕССОВ
ОХЛАЖДЕНИЯ В ПРЯМОТОЧНЫХ РАСПЫЛИТЕЛЬНЫХ
АППАРАТАХ ДЛЯ КОНДЕНСАЦИИ ЛЕГКИХ
НЕФТЕПРОДУКТОВ**

С.-Эмин М. Атаев, Е.А. Михайлов

Научный руководитель – **Е.А. Михайлов**, канд. техн. наук, доцент

Ярославский государственный технический университет

Рассматриваются способы повышения эффективности процесса охлаждения легких нефтепродуктов в сдвоенных прямоточных распылительных аппаратах, а также модель гидродинамики и теплообмена таких аппаратов

***Ключевые слова:** нефтепродукты, сдвоенный теплообмен, аппарат, модель теплообмена.*

**IMPROVING THE EFFICIENCY OF COOLING PROCESSES
IN DIRECT-FLOW SPRAY DEVICES FOR CONDENSATION
OF LIGHT OIL PRODUCTS**

S.-Emin M. Ataev, E.A. Mikhailov

Scientific Supervisor – **E.A. Mikhailov**, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor

Yaroslavl State Technical University

Methods for improving the efficiency of the cooling process of light oil products in dual direct-flow spray devices, as well as a model of hydrodynamics and heat and mass transfer of such devices are considered.

***Keywords:** oil products, dual heat exchange, apparatus, mass transfer model.*

В системах для охлаждения промежуточных и конечных нефтепродуктов циркулируют по крайней мере три теплоносителя. При этом два из них движутся по замкнутым контурам (это технологическая жидкость и вода) и воздух.

Пары нефтепродукта из ректификационной колонны направляются в дефлегматор, где конденсируются, и часть в виде жидкости отбирается в качестве готового продукта, а часть возвращается в колонну на орошение.

Тепло конденсации передается через стенки труб к воде, т.е. образуется первая теплообменная ступень. Нагретая вода направляется на охлаждение в градирню, где отдает тепло охлаждающему воздуху (вторая теплообменная ступень) и вновь возвращается в теплообменник.

В последние годы разработаны высокоэффективные сдвоенные прямоточные распылительные теплообменники, технологические особенности которых открывают широкие возможности для внедрения в нефтеперерабатывающую, нефтехимическую и другие отрасли промышленности.

В сдвоенных прямоточных распылительных аппаратах объединены обе ступени теплообмена, который осуществляется между тремя теплоносителями: газом (воздухом) и водой, а также водой и жидкостью.

Вторая пара теплоносителей обычно обменивается теплом в той части аппарата, которая подобна оросительному теплообменнику.

Примером такого комплексного охладителя может служить аппарат, разработанный в ЯГТУ [1].

Этот распылительный тепломассообменный аппарат, снабжён верхним газоподводящим и нижним боковым газоотводящим окнами вертикальный корпус с пережимом между последними и размещенные в полости корпуса над и под пережимом соответственно ороситель и ряд установленных с зазором теплообменных труб, под которыми расположен влагосборник, над влагосборником под каждой трубой дополнительно продольно установлены корытообразные отражатели, скрепленные краями, заведенными в зазоры между трубами, и выполненные со сливными отверстиями в днище, а боковое газоотводящее окно корпуса расположено в зоне между трубами и пережимом.

С целью повышения эффективности работы этот аппарат оснащен сетчатыми перегородками, с числом не менее двух, выполненными в виде скрепленных между собой цилиндрических элементов, оси которых совпадают с центрами сопловых отверстий.

Размер ячеек сетчатых элементов и расстояние между сетчатыми элементами выполнено убывающим по направлению от соплового отверстия каждого ряда распылителей.

Как известно, крупные жидкости обладают большей скоростью полета, что существенно ухудшает тепломассообмен, а также меньшей удельной поверхностью тепломассообмена.

Наличие сетчатых элементов позволят существенно повысить коэффициент массопередачи за счет дополнительного дробления капель и увеличения поверхности контакта фаз, а также обеспечивает увеличению коэффициентов тепло- и массопередачи вследствие турбулизации фаз.

Знание величины суммарного коэффициента теплопередачи $\alpha_{вт}$ с учетом вторичного дробления капель позволяет разработать методику расчета аппаратов с учетом вторичного дробления капель.

При этом приобретает актуальность вопрос: каков вклад вторичного дробления капель в общий эффект тепло - массопереноса в целом? Попытаемся определить это значение как величину пропорциональную вероятности дробления капель со средним объемно-поверхностным диаметром d_{32} на сетке с диаметром проволоки равной $d_{пр}$ и размером ячеек сетки a .

В данном случае имеет место так называемая геометрическая вероятность события соударения капель о проволоку сетки, которая в самом общем случае определяется как отношение площади соударения к общей площади сетки.

Значение величины площади соударения необходимо найти не только как размер занятого проволочным элементом квадрата сетки, но и с учетом возможного взаимодействия летящей капли с близлежащим проволочным элементом.

Выскажем предположение о том, что такое соударение возможно в том случае, если капля распыленной жидкости будет пролетать от проволочного элемента на расстоянии не менее половины ее среднего объемно-поверхностного диаметра, т.е. $d_{32}/2$.

В этом случае интересующая нас поверхность соударения капли о сетку увеличивается на величину половинного диаметра капли $d_{32}/2$ внутри всех сторон квадрата образованного проволокой.

В этом случае возможная площадь столкновения капли диаметром d_{32} внутри квадрата с размером «а» при общей площади квадрата a^2 будет равна

$$S = a^2 - (a - 2(d_{пр}/2 + d_{32}/2))^2,$$

где d_{32} – средний объемно-поверхностный диаметр капель, м;

a – размер проволочной ячейки сетки, м;

$d_{пр}$ – диаметр проволоки сетки используемой для вторичного дробления капель, м.

Нетрудно показать, что сама вероятность столкновения капель с сеткой X_2 , как отношение указанной площади к общей площади ячеек, составит

$$X_2 = \left[1 - (a - d_{32})^2 / (a + d_{пр})^2 \right]$$

Последнее выражение позволяет уточнить значение коэффициента теплопереноса и замкнуть систему уравнений гидродинамики и тепломассообмена прямоточного распылительного аппарата, использующего эффект вторичного дробления капель на инертном носителе и разработать методику конструирования аппаратов подобного типа.

Коэффициент теплопередачи с учетом этих вторичных факторов авт, рассчитывается исходя из основного коэффициента α :

$$\text{авт} = \alpha \cdot \text{Квт.}$$

Коэффициент повышения эффективности тепломассообмена за счет вторичного дробления капель $\text{К}_{\text{вт}}$ определяется в следующем эмпирическом виде:

$$\text{К}_{\text{вт}} = A \cdot X_1^{a_1} \cdot X_2^{a_2}$$

В выражения для расчета $\text{К}_{\text{вт}}$ входят следующие безразмерные переменные:

1. Гидродинамический критерий подобия $X_1 = \frac{p}{\rho \cdot d_c \cdot g}$, представляющий

собой соотношение сил давления и силы тяжести,

где p - перепад давления на форсунке;

ρ - плотность жидкости;

d_c - диаметр сопла форсунки;

g - ускорение свободного падения, м/с^2 .

2. Геометрический критерий подобия $X_2 = \left[1 - \frac{(a-d_{32})^2}{(a+d_{\text{пр}})^2} \right]$ представляет собой

вероятность попадания капель на инертный носитель,

где d_{32} - средний объемно-поверхностный диаметр капель, м;

a - размер проволочной ячейки сетки, м;

$d_{\text{пр}}$ - диаметр проволоки сетки, используемой для вторичного дробления капель, м.

Таким образом, нами дополнена система уравнений гидродинамики и тепломассообмена аппарата с инертным неподвижным элементом для принудительного вторичного дробления капель, позволяющая создать адекватную методику расчета таких аппаратов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. А. с. 1239512 СССР, МКИ F28 С. Охладитель жидкости / А.И. Чуфаровский В.С. Галустов, Ю.П. Беличенко, А.С. Милкин // Открытия. Изобретения. 1986.

ИНТЕНСИФИКАЦИЯ ПРОЦЕССОВ ТЕПЛОМАССОБМЕНА В ПРЯМОТОЧНЫХ РАСПЫЛИТЕЛЬНЫХ АППАРАТАХ ДЛЯ ОХЛАЖДЕНИЯ ОБОРОТНОЙ ВОДЫ

Д.С. Баранова, Е.А. Михайлов

Научный руководитель – **Е.А. Михайлов**, канд. техн. наук, доцент

Ярославский государственный технический университет

Рассматриваются методы интенсификации процессов тепломассообмена модели в прямоточных распылительных аппаратах для охлаждения оборотной воды.

***Ключевые слова:** интенсификация, вода, охлаждение, теплообмен, массообмен, аппарат, вторичное дробление капель.*

INTENSIFICATION OF HEAT AND MASS TRANSFER PROCESSES IN DIRECT-FLOW SPRAY DEVICES FOR COOLING RECYCLED WATER

D.S. Baranova, E.A. Mikhailov

Scientific Supervisor – **E.A. Mikhailov**, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor

Yaroslavl State Technical University

Methods of intensification of the heat and mass transfer processes of the model in direct-flow spray devices for cooling recycled water.

***Keywords:** intensification, water, cooling, heat exchange, mass transfer, apparatus, secondary crushing of droplets.*

Традиционные централизованные системы водооборота на базе мощных башенных и вентиляторных градирен в ряде случаев могут оказаться не эффективны, так как потребители воды обычно имеют различные режимы работы и охлаждения и различные требования к воде.

В централизованных системах местное загрязнение воды распространяется на всю систему и требует замены всей массы воды. При этом прекращает работать все оборудование, связанное с этой системой.

В Ярославском государственном техническом университете разработан целый класс прямооточных распылительных аппаратов для проведения процессов теплообмена с целью водоподготовки природных вод для промышленного и бытового тепло и водоснабжения, и аэрации сточных для биологической очистки.

В подавляющем большинстве случаев потребители охлаждающей воды рассредоточены на предприятиях на значительной территории по отдельным корпусам, цехам и участкам.

Локальные системы охлаждения оборотной воды предназначены для использования на промышленных предприятиях. Системы содержат охладитель воды типа ОВ, бак для сбора нагретой воды, два однотипных насоса, трубопроводы с регулирующей аппаратурой и КИП. В целях предотвращения засоления воды, компенсации испарения и уноса предусматривается подпитка системы до 7% от расхода воды через охладитель и слив в канализацию.

Несмотря на высокую эффективность прямооточных распылительных аппаратов, разработанных в ЯГТУ, имеются достаточные основания для интенсификации таких аппаратов предложенными нами методами.

Как известно, распыл любых диспергирующих устройств полидисперсный. При этом масса крупных капель в нем достигает 60-70% общей, хотя их число сравнительно не велико. Крупные капли вследствие малой удельной площади поверхности требуют для завершения процесса большего времени контакта с газом, чем капли с меньшим диаметром. Вместе с тем по той же причине крупные капли слабее тормозятся газом и время их контакта с ним соответственно меньше.

Устранить или существенно снизить это противоречие можно за счет принудительного вторичного дробления капель. Последнего можно достичь, если на пути движения капель поместить дробящие элементы в виде сеток или нити, вероятность встречи с которыми возрастала бы с увеличением капель. При ударе крупных капель о препятствие они не только дробятся, но и затормаживаются, т.е. скорость образовавшихся осколков (вторичных капель) значительно ниже скорости первичной капли.

Существенному повышению эффективности проводимых процессов способствует также и эффект Шабалина, сущность которого заключается в том, что при образовании и разрушении капель вследствие интенсивного обновления их поверхности процессы переноса резко ускоряются (коэффициенты тепло- и массопередачи в этот момент возрастают в несколько раз). Образовавшиеся новые частицы имеют большую удельную поверхность.

Экспериментальные исследования на пилотной установке, представляющей собой однофорсуночный охладитель с расходом воды до

10 м³/ч, а также испытания промышленных аппаратов полностью подтвердили приведенные выше рассуждения. При оптимальных параметрах дробящего устройства средний размер капель после него уменьшается на 15...25%, т.е. поверхность контакта возрастает на 20...60% и на 20...40% увеличивается охлаждающий эффект.

Установлено, что при использовании сетчатого дробителя при выбранном диаметре сопла и перепаде давления на форсунке (соответствует определенному диаметру капель и скорости истечения) существуют вполне определенные значения размера ячеек сетки и диаметра проволоки, при которых обеспечивается наилучшее дробление.

С увеличением ячеек сетка оказывает все меньшее влияние на степень охлаждения, а с их уменьшением начинает работать как генератор крупных капель.

Разработанные аппараты по типу дробящего устройства можно разделить на три группы: с неподвижными сетками [1], со свободно подвешенными нитями или лентами [2], и с роторными сетчатыми устройствами [3],

Простейшими являются аппараты с неподвижной сеткой для вторичного дробления. Внедрение таких охладителей (производительностью 35 и 90 м³/ч) показало, что эффективность их по сравнению с аппаратами без сеток выше (перепад температуры при установке сетки возрос на 10...15%).

Вместе с тем положительный эффект, т.е. рост перепада температуры в аппарате со сплошной сеткой оказался несколько ниже ожидаемого. Как показали замеры, сопротивление смоченной сетки вызывает некоторое снижение расхода газа через аппарат (коэффициента эжекции).

Указанного недостатка лишен аппарат [4]. В нем сетка выполнена не сплошной, а разделена на отдельные наклонные элементы, оставляющие свободный проход для газа и перекрывающие для капель все сечение (в свету) контактной зоны.

Еще меньшим гидравлическим сопротивлением должны обладать аппараты с нитевидными (ленточными) дробящими устройствами [2].

В них крупные капли при встрече с нитями не только дробятся, но часто образуют на них стекающую пленку, что также способствует развитию поверхности контакта и увеличением времени удерживания жидкой фазы в контактной зоне. Очевидно, что выбор толщины нитей, их расстановка, как и для сеток, обусловлены конкретными условиями.

Использование роторных сетчатых устройств для принудительного вторичного дробления капель также должно снижать гидравлическое сопротивление аппаратов. В них под действием остаточной кинетической энергии капель ротор приводится во вращение и создает дополнительный

вентиляционный эффект. Предложено два варианта таких аппаратов: с горизонтальной и вертикальной осями вращения ротора. Охладитель по первому варианту производительностью до 25 м³/ч успешно испытан в производственных условиях.

Перспективной для широкого внедрения производства является конструкция [3]. Сложностью изготовления она практически не отличается от аппарата со сплошной сеткой, а по величине гидравлического сопротивления мало отличается от остальных конструкций.

Аппарат со сплошной неподвижной сеткой целесообразно применять в случае принудительной подачи в него газовой фазы (например, дымовых газов), или, когда проводимый процесс не требует высоких коэффициентов эжекции (например, декарбонизации).

Использование аппаратов с сетчато-роторными дробящими устройствами представляется оправданным при сравнительно невысоких их производительностях (по жидкости) и при том условии, что заметное усложнение конструкции компенсируется необходимостью существенного уменьшения размеров аппарата.

В большинстве встречающихся в практике случаев предпочтительно использовать аппараты с элементарно-ступенчатым сетчатым дробящим устройством.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. А. с. 959809 СССР, МКИ В01d. Распылительный тепло-массообменный аппарат / В.С. Галустов, Е.А. Михайлов и др. // Открытия. Изобретения. 1982.
2. А. с. 1020744 СССР, МКИ F28 С. Градирия / В.С. Галустов, А.И. Чуфаровский // Открытия. Изобретения. 1983.
3. А. с. 1490415 СССР, МКИ F28 С. Охладитель / Е.А. Михайлов / А.И. Чуфаровский, В.С. Галустов, А. И. Ахременко // Открытия. Изобретения. 1989.
4. А. с. 1165441 СССР, МКИ F28 С. Распылительный тепло-массообменный аппарат / А.И. Чуфаровский, В.С. Галустов, Ю.П. Беличенко // Открытия. Изобретения. 1985.

**ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОЦЕССОВ
ТЕПЛОМАССООБМЕНА В ПРЯМОТОЧНЫХ
РАСПЫЛИТЕЛЬНЫХ АППАРАТАХ ДЛЯ ДЕАЭРАЦИИ
ВОДЫ В СИСТЕМАХ ВОДОПОДГОТОВКИ**

С.В. Климов, Е.А. Михайлов

Научный руководитель – **Е.А. Михайлов**, канд. техн. наук, доцент

Ярославский государственный технический университет

Рассматриваются вопросы интенсификации процесса тепло-массообмена в прямоточных распылительных деаэраторах воды в системах водоподготовки

Ключевые слова: интенсификация, деаэратор, теплообмен, массообмен, аппарат, вода, пар, газ.

**IMPROVING THE EFFICIENCY OF HEAT AND MASS
TRANSFER PROCESSES IN DIRECT-FLOW SPRAY DEVICES
FOR WATER DEAERATION IN WATER TREATMENT
SYSTEMS**

S.V. Klimov, E.A. Mikhailov

Scientific Supervisor - **E.A. Mikhailov**, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor

Yaroslavl State Technical University

The issues of intensification of the heat and mass transfer process in direct-flow spray water deaerators in water treatment systems are considered.

Keywords: intensification, deaerator, heat exchange, mass transfer, apparatus, water, steam, gas.

Деаэрация является ступенью десорбции коррозионно-активных газов при которой содержание этих газов в питательной воде котлов снижается до установленных норм.

Метод термической деаэрации представляет собой сочетание процессов теплообмена [1] (нагревания обрабатываемой воды до температуры насыщения) и массообмена (переноса растворенных в воде газов в паровую среду).

Необходимо отметить еще одну особенность тепломассообменных процессов водоподготовки.

Если на других этапах интенсификация обработки воды зависит в основном от количества реагента (коагулянта, катионита, анионита) и в некоторой степени от температуры воды, то при дегазации она во многом определяется характером распределения фаз, развитием поверхности контакта, гидродинамической обстановкой.

Большое количество технологических процессов водоподготовки, могут с весьма высокой эффективностью осуществляются при непосредственном контакте взаимодействующих фаз.

Это прежде всего, тепломассообменные процессы подготовки воды для подпитки котлов и тепловых сетей.

Вместе с тем известно, что в процессах, протекающих с изменением фазового состояния (испарении, конденсации), при адсорбции труднорастворимых газов (аэрация), т. е. во всех случаях, когда для завершения процесса достаточно одной теоретической ступени контакта, преимущества противотока перед прямотоком в отношении движущей силы становятся малозаметными.

Это обусловлено тем фактом, что одна из фаз имеет практически неизменный параметр качества фазы (например, температуру воздуха при охлаждении жидкости) на всем протяжении процесса.

Использование же прямоточной организации взаимодействия фаз снимает ограничения по скорости газовой (паровой) фазы и тем самым открывает возможность для создания интенсивных малогабаритных аппаратов.

В ЯГТУ разработан [2] целый ряд деаэраторов нового типа - прямоточных распылительных, один из вариантов которых представлен на рис. 1.

Деаэратор содержит вертикальный цилиндрический корпус 1, в верхней части которого расположен водяной отсек 2 с установленными в его нижней стенке 3 отводящими патрубками 4 с форсунками 5.

Корпус имеет также цилиндрическую перегородку, которая образует со стенкой 1 парораспределительное устройство 6, подключенное к источнику пара и штуцер 7 для отвода пара.

Деаэрируемая вода поступает в отсек 2, откуда через патрубки 4 и форсунки 5 распыливается в корпус 1.

Скоростной поток капель, взаимодействуя с паром, увлекает последний в полость факелов, обеспечивая равномерный и гарантированный контакт фаз.

Процесс тепломассообмена между паром и водой осуществляется на высокоразвитой поверхности капель. По мере движения капель в зоне

деаэрации они нагреваются до температуры насыщения (за счет конденсации пара), а растворенные в них газы переходят в пар.

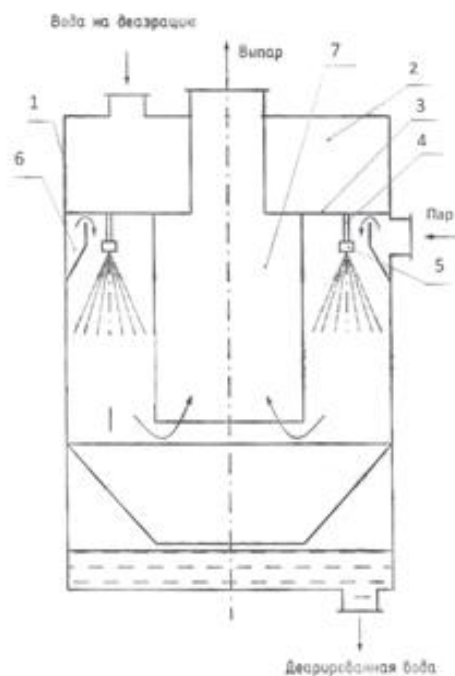


Рис. 1. Прямоточный распылительный деаэратор:

1 – корпус; 2 – водяной отсек; 3 – нижняя стенка; 4 – отводящий патрубок;
5 – форсунки; 6 – парораспределительное устройство; 7 – штуцер отвода пара

С целью интенсификации процесса тепло-массообмена путем увеличения поверхности контакта взаимодействующих фаз предлагается установить в деаэраторе сетчатые элементы, выполненные в виде скрепленных между собой частей тороидальных относительно оси аппарата элементов, оси которых совпадают с центрами сопловых отверстий форсунок, а размер ячеек сетчатых элементов и расстояние между сетчатыми элементами выполнен убывающим по направлению от соплового отверстия каждого ряда форсунок.

Выполнение сетчатых элементов тороидальной формы с осью, совпадающей с центрами сопловых отверстий, обуславливает равенство скорости движения капель в момент удара о сетчатые перегородки по всей их площади, что повышает равномерность дисперсности капель по сечению аппарата.

Уменьшение размера ячеек сетчатых элементов и расстояний между ними в направлении от соплового отверстия увеличивает вероятность соударения капель с сетчатыми элементами по мере удаления капель от соплового отверстия, что, также, повышает степень диспергирования.

Таким образом, указанная выше конструктивная особенность прямооточного распылительного деаэратора существенным образом повышает интенсивность процессов тепломассообмена, происходящих в нем.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Галустов В.С.* Прямоточные распылительные аппараты в теплоэнергетике. М.: Энергоиздат, 1989. 240 с.
2. А. с. 992430 СССР, МКИ В01d. Деаэратор / В.С. Галустов, И.Э. Феддер, Е.Л. Белороссов, Л.А. Степанов, В.Г. Лопатухин // Открытия. Изобретения. 1983.

ИНТЕНСИФИКАЦИЯ ПРОЦЕССОВ ДИСПЕРГИРОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ЖИДКОСТЕЙ ЦЕНТРОБЕЖНЫМИ ФОРСУНКАМИ

С.С. Мухлаева, Е.А. Михайлов

Научный руководитель – **Е.А. Михайлов**, канд. техн. наук, доцент

Ярославский государственный технический университет

Рассматриваются методы интенсификации процессов диспергирования технологических жидкостей центробежными форсунками, применяемыми в прямоточных распылительных аппаратах различного назначения.

Ключевые слова: интенсификация, жидкость, форсунка, распыл, аппарат, вторичное дробление капель, эжекция, пульсация.

INTENSIFICATION OF PROCESSES OF DISPERSION OF PROCESS LIQUIDS BY CENTRIFUGAL NOZZLES

S.S. Mukhlaeva, E.A. Mikhailov

Scientific Supervisor – **E.A. Mikhailov**, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor

Yaroslavl State Technical University

Methods of intensification of processes of dispersion of technological liquids by centrifugal nozzles used in direct-flow spray devices for various purposes are considered.

Keywords: intensification, liquid, nozzle, spray, apparatus, secondary crushing of droplets, ejection, pulsation.

Распыливание жидкостей находит широкое применение во многих областях науки и технологиях.

Особое развитие оно приобретает в связи с интенсивным ростом внедрения нанотехнологий, где вопросы тонкого диспергирования являются основой большинства технологических решений.

Настоящее исследование представляет собой попытку выбора наиболее оптимальных решений в области распыливания технологических жидкостей с целью решения проблем экономичности диспергирования и повышения тонкости распыла.

Энергетические характеристики процесса распыливания позволяют оценить экономичности того или иного метода распыливания и распыливающего устройства. Экономичность распылителей, зачатую оценивают по энергозатратам на распыливание 1 м^3 (или 1 т) жидкости.

Так, указывают, что один распылитель требует больших энергозатрат на распыливание, чем другой. Такая оценка недостаточно точна, хотя ее и используют, когда речь шла о методах распыливания. При сравнении энергозатрат необходимо учитывать качество распыливания, т.е. судить о затратах энергии при условии одинаковой дисперсности.

Для оценки совершенства какого-либо распыливающего устройства можно ввести понятие коэффициента полезного действия.

Здесь могут быть несколько точек зрения в зависимости от того, как сформулировать понятие идеального распылителя, т.е. какой из параметров должен максимизироваться.

За идеальный распылитель, например, принимают устройство, в котором вся энергия, затрачиваемая на распыливание, преобразуется в кинетическую энергию жидкости [1], т.е. определяющим параметром является скоростной напор струи.

В другом случае об идеальном распылителе вся подводимая энергия преобразуется в поверхностную энергию образовавшихся частиц т. е. определяющим параметром является мелкость распыливания. Эти два понятия являются взаимоисключающими. В первом случае распыливание вообще не возникает, во втором жидкость не имеет кинетической энергии, она не течет.

Ниже показаны основные составляющие полной энергии, подводимой к распределителю:

1) энергия, необходимая для преодоления поверхностного натяжения при образовании развитой поверхности капель. Назовем ее энергией распыливания;

2) энергия, необходимая для сообщения жидкости поступательного движения;

3) энергия, необходимая на преодоление сил трения в распылителе, и энергия диссипации;

Тогда, исходя на приведенных определений идеального распылителя, можно ввести два понятия коэффициента полезного действия: КПД распыливания η_p и гидравлический КПД η_r .

Энергия, затрачиваемая на образование новой поверхности, весьма невелика - КПД распыливания не превышает обычно сотых долей процента (наибольший КПД у гидравлических форсунок - около 0,04%) и зависит, прежде всего, от физических свойств жидкости.

Гидравлический КПД характеризует потери энергии в распылителе и зависит главным образом от его конструкции, качества изготовления и скорости жидкости [15].

Повышение экономичности распыливания становится насущной задачей, а ее решение дает существенный экономический эффект.

Вместе с тем известно, что КПД распыливания всех рассмотренных устройств составляет сотые доли процента. Значение $\text{КПД} = 0,1 \%$ можно считать максимальным для традиционных методов распыливания.

Независимо от выбранного метода диспергирования уменьшение размера капли неизбежно влечет за собой повышение удельных энергозатрат, т.е. снижение КПД распыливания (напомним, что под КПД распыливания понимается доля энергии, необходимой для образования новой поверхности, от общих энергозатрат на распыливание единицы объема жидкости).

Так, при гидравлическом распыливании для уменьшения размера капель приходится увеличивать перепад давления жидкости на форсунке. Например, при распыливании 1 м^3 воды при $p = 0,2 \dots 0,4 \text{ МПа}$ размер капель составляет $250 \dots 300 \text{ мкм}$, а КПД - $0,05 \dots 0,07 \%$.

Для получения капель диаметром менее 100 мкм перепад давления приходится увеличивать до $1,5 \text{ МПа}$, при этом КПД падает до $0,03 \%$. Если требуемый размер частиц составляет 50 мкм , давление возрастает до 4 МПа , а КПД снижается до тысячных долей процента.

Таким образом, удельные энергозатраты быстро возрастают с уменьшением размера частиц. Аналогичная картина наблюдается и при использовании других методов распыливания, с той лишь разницей, что начальное значение КПД будет еще ниже. При пневматическом и акустическом распыливании приходится увеличивать расход распыливаемого агента, а при механическом - частоту вращения рабочего элемента.

Следует отметить, что разрешение проблемы повышения экономичности распыливания в ряде случаев позволяет одновременно решить и другие важные для практики задачи.

Как уже отмечалось, распыливающее устройство жидкость покидает в виде струи, пленки и жидкостных нитей. Под воздействием внешних факторов эти структуры распадаются на капли, часть из которых может оказаться также неустойчивыми и разрушиться с образованием частиц меньших размеров.

Картина разрушения первичных структур (струй, пленок, крупных капель) определяется, прежде всего, методом распыливания и классом распыливающего устройства.

Этот процесс завершается, когда все капли оказываются устойчивыми. Участок движения жидкости от распылителя до границы образования устойчивых капель называют зоной формирования капель.

Его длина составляет от 8 до 30 значений характерного размера (диаметра струн, толщины пленки). Конкретные значения длины этого участка зависят от скорости истечения, угла раскрытия факела, параметров газовой фазы и ряда других факторов.

Характерным для этого участка является наличие, несмотря на интенсивную турбулизацию жидкости постоянного обновления, поверхности контакта, обусловленное процессом разрушения струи и образованием капель (концевой эффект), вклад их в обменные процессы чрезвычайно мал.

Это связано с тем, что на этой стадии движения жидкости она контактирует с очень малым количеством газовой фазы. Дальнейшее движение сформировавшихся капель определяется их взаимодействием с окружающим газом, которому они передают часть своей энергии, вызывая его перемещение и турбулизацию.

Разработанные в ЯГТУ распылители используют указанные выше особенности формирования факела распыленной жидкости, что позволило существенным образом увеличить долю энергии, затрачиваемой непосредственно на диспергирование. Это позволяет новым методам распыливания: пульсационному, [1, 2], с предварительным газонасыщением [3] и с дополнительным вторичным дроблением капель [4] обеспечить новый уровень эффективности и экономичности диспергирования технологических жидкостей.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. А. с. 712172 СССР, МКИ В05Ь. Форсунка / В.Л. Ломтев, В.С. Галустов, Е.А. Михайлов // Открытия. Изобретения. 1989.
2. А. с. 784933 СССР, МКИ В05Ь. Форсунка / В. С. Галустов, Л.С. Аксельрод, Е.А. Михайлов, В. Л. Ломтев // Открытия. Изобретения. 1980.
3. А. с. 852367 СССР, МКИ В05Ь. Форсунка / В.С. Галустов, Е.А. Михайлов и др., // Открытия. Изобретения. 1981.
4. А. с. 1 450 875 СССР, МКИ В05Ь. Распылитель жидкости / Е.А. Михайлов, В.С. Галустов, А. И. Чуфаровский, А. И. Милкин // Открытия. Изобретения. 1979..

УДК 682.16

**ИНТЕНСИФИКАЦИЯ ПРОЦЕССОВ ТЕПЛОМАССООБМЕНА
В ПРЯМОТОЧНЫХ РАСПЫЛИТЕЛЬНЫХ АППАРАТАХ
ДЛЯ ДЕКАРБОНИЗАЦИИ ВОДЫ В СИСТЕМАХ
ВОДОПОДГОТОВКИ**

Т.С. Ольнева, Е.А. Михайлов

Научный руководитель – **Е.А. Михайлов**, канд. техн. наук, доцент

Ярославский государственный технический университет

Рассматриваются процессы интенсификации процессов гидродинамики и тепло-массообмена в аппаратах для декарбонизации природных и сточных вод в системах водоподготовки.

Ключевые слова: интенсификация, теплообмен, массообмен, аппарат, декарбонизация, десорбция.

**INTENSIFICATION OF HEAT AND MASS TRANSFER
PROCESSES IN DIRECT-FLOW SPRAY DEVICES
FOR WATER DECARBONIZATION IN WATER TREATMENT
SYSTEMS**

T.S. Olneva, E.A. Mikhailov

Scientific Supervisor – **E.A. Mikhailov**, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor

Yaroslavl State Technical University

The processes of intensification of hydrodynamic processes and heat and mass transfer in devices for decarbonizing natural and waste water in water treatment systems are considered.

Keywords: intensification, heat transfer, mass transfer, unit, decarbonization, desorption.

Способ удаления из воды свободной углекислоты методом аэрации широко применяют на ВПУ ТЭС и АЭС.

Среди аппаратов для декарбонизации выделяются конструкции, разработанные Ярославским государственным техническим университетом [1, 2], например, аппарат, представленный на рис. 1, который базируется на современных достижениях техники распыливания жидкостей.

В таких аппаратах используется способность потока капель распыленной жидкости эжектироваться в полость факела десятки, сотни и даже тысячи кубометров газа на каждый кубометр распыленной жидкости.

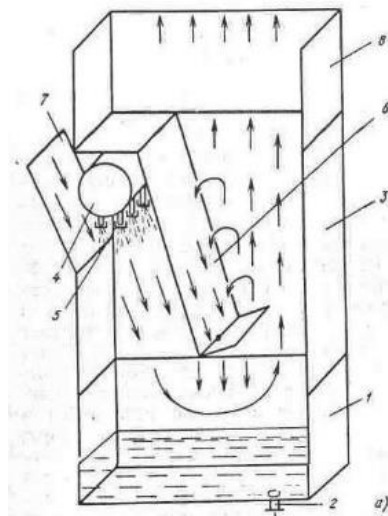


Рис. 1. Схема прямооточного распылительного декарбонизатора:

- 1 - сборный бак; 2 - штуцер слива декарбонизованной воды;
- 3 - средняя царга; 4 - коллектор; 5 - форсунки; 6 - перегородка;
- 7 - заслонка; 8 - верхняя царга

В распылительных аппаратах требуемая производительность обеспечивается установкой необходимого числа распылителей. Такие аппараты легко допускают секционирование, регулирование расхода практически в любых требуемых пределах.

В первой зоне расширяющаяся форма соответствует форме факелов и способствует уменьшению доли жидкости, выпадающей на стенки аппарата.

Расширяющаяся форма зоны сепарации обеспечивает постепенное уменьшение скорости газа, снижение его несущей способности и оседание капель на перегородке. По ней они стекают в желоб, образованный отогнутым краем перегородки.

Собранная в желобе жидкость через отверстия стекает в бак. Следует отметить, что при такой конструкции работают два механизма сепарации капель. Основной из них - инерционный, обусловлен резким разворотом газа почти на 180° при его переходе из зоны контакта в зону сепарации. При этом из газа выпадает 90...97 % всех капель.

Для интенсификации процесса теплообмена в распылительный аппарат предложено устанавливать дополнительный контактный элемент для принудительного вторичного дробления капель.

Это позволяет увеличить поверхность контакта фаз, а также способствует увеличению коэффициентов тепло- и массопередачи вследствие турбулизации жидкой и газовой фаз.

Роль эффекта Шабалина может быть повышена при установке в аппарате контактного элемента для принудительного вторичного распыла. При этом интенсивно обновляется поверхность капель, а также уменьшается их диаметр, что приводит к увеличению поверхности контакта.

В этом аппарате кроме вторичного дробления происходит и дополнительная турбулизация газовой фазы за счет сплошных вертикальных пластин, свободно установленных на элементах ротора.

Как известно, изменение температуры жидкости обусловлено переносом теплоты и пара между газом и поверхностью капель в распылительных аппаратах [3], что определяется на основании величины коэффициента теплопередачи α .

Знание величины суммарного коэффициента теплопередачи $\alpha_{вт}$ с учетом вторичного дробления капель позволяет разработать методику расчета аппаратов с учетом вторичного дробления капель.

При этом приобретает актуальность вопрос: каков вклад вторичного дробления капель в общий эффект тепло - массопереноса в целом? Попытаемся определить это значение как величину пропорциональную вероятности дробления капель со средним объемно-поверхностным диаметром d_{32} на сетке с диаметром проволоки равной $d_{пр}$ и размером ячеек сетки a .

Значение величины площади соударения необходимо найти не только как размер занятого проволочным элементом квадрата сетки, но и с учетом возможного взаимодействия летящей капли с близлежащим проволочным элементом.

Выскажем предположение о том, что такое соударение возможно в том случае, если капля распыленной жидкости будет пролетать от проволочного элемента на расстоянии не менее половины ее среднего объемно-поверхностного диаметра, т.е. $d_{32}/2$.

В этом случае интересующая нас поверхность соударения капли о сетку увеличивается на величину половинного диаметра капли $d_{32}/2$ внутри всех сторон квадрата образованного проволокой.

В этом случае возможная площадь столкновения капли диаметром d_{32} внутри квадрата с размером «а» при общей площади квадрата a^2 будет равна:

$$S = a^2 - (a - 2(d_{np}/2 + d_{32}/2))^2,$$

где d_{32} – средний объемно-поверхностный диаметр капель, м;

a – размер проволочной ячейки сетки, м;

d_{np} – диаметр проволоки сетки используемой для вторичного дробления капель, м.

Нетрудно показать, что сама вероятность столкновения капель с сеткой X_2 , как отношение указанной площади к общей площади ячеек, составит

$$X_2 = \left[1 - \frac{(a - d_{32})^2}{(a + d_{np})^2} \right];$$

Коэффициент теплопередачи с учетом этих вторичных факторов $\alpha_{вт}$, рассчитывается исходя из основного коэффициента α :

$$\alpha_{вт} = \alpha K_{вт}.$$

Коэффициент повышения эффективности теплообмена за счет вторичного дробления капель $K_{вт}$ определяется в следующем эмпирическом виде:

$$K_{вт} = A \cdot X_1^{a1} \cdot X_2^{a2}.$$

В выражения для расчета $K_{вт}$ входят следующие безразмерные переменные:

1. Критерий гидродинамического подобия $X_1 = \frac{p}{\rho \cdot d_c \cdot g}$, представляющий

собой соотношение сил давления и силы тяжести,

где p - перепад давления на форсунке;

ρ - плотность жидкости;

d_c - диаметр сопла форсунки;

g - ускорение свободного падения, м/с².

2. Критерий геометрического подобия $X_2 = \left[1 - \frac{(a - d_{32})^2}{(a + d_{np})^2} \right]$ представляет собой

вероятность попадания капель на инертный носитель.

где d_{32} - средний объемно-поверхностный диаметр капель, м;

a - размер проволочной ячейки сетки, м;

d_{np} - диаметр проволоки сетки, используемой для вторичного дробления капель, м.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. А. с. 959809 СССР, МКИ В01d. Распылительный тепло-массообменный аппарат / В.С. Галустов, Е.А. Михайлов и др. // Открытия. Изобретения. 1982.
2. А. с. 1041857 СССР, МКИ F28 С. Охладитель / А.И. Чуфаровский, В. С. Галустов, Е.А. Михайлов // Открытия. Изобретения. 1983.
3. *Галустов В.С.* Прямоточные распылительные аппараты в теплоэнергетике. М.: Энергоиздат, 1989. 240 с.

ВЫСОКОЭФФЕКТИВНАЯ ПРЯМОТОЧНАЯ РАСПЫЛИТЕЛЬНАЯ ГРАДИРНЯ ДЛЯ ВОДООБОРОТНОЙ СИСТЕМЫ ПАО «ЯМЗ»

М.Ю. Перелыгин, Е.А. Михайлов

Научный руководитель – **Е.А. Михайлов**, канд. техн. наук, доцент

Ярославский государственный технический университет

Рассматриваются вопросы реконструкции вентиляторной градирни водооборотной системы ПАО «ЯМЗ» путем замены на высокоэффективный прямоточный распылительный аппарат.

***Ключевые слова:** градирня, вода, охлаждение, теплообмен, массообмен, прямоток, распыливание, аппарат.*

HIGH-PERFORMANCE DIRECT-FLOW SPRAY COOLING TOWER FOR THE YAMZ WATER CIRCULATION SYSTEM»

M.Yu. PereLygin, E.A. Mikhailov

Scientific Supervisor – **E.A. Mikhailov**, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor

Yaroslavl State Technical University

The issues of reconstruction of the fan cooling tower of the «YAMZ» water circulation system by replacing it with a high-efficiency direct-flow spray device are considered.

***Keywords:** cooling tower, water, cooling, heat exchange, mass transfer, direct flow, atomization, apparatus.*

Традиционные централизованные системы водооборота на базе мощных башенных и вентиляторных градирен в некоторых случаях не эффективны, так как потребители воды обычно имеют различные режимы работы и охлаждения и различные требования к воде.

В централизованных системах местное загрязнение воды распространяется на всю систему и требует замены всей массы воды. При этом прекращает работать все оборудование, связанное с этой системой.

Внешний вид одной из таких градирен показан на рис. 1.



Рис. 1. Вентиляторная градирня

Кроме этого традиционные градирни с мощными вентиляторами, работающими на двигателях высокого напряжения и имеющие деревянную насадку в качестве наполнителя, имеют следующие недостатки:

1. Перепад температур охлаждаемой воды на градирнях со временем уменьшается за счет износа насадки.
2. Влажная насадка существенно загрязняется со временем и увеличивает гидравлическое сопротивление градирни.
3. Пыль может прилипнуть к лопастям вентилятора и вызывать вибрацию, что в конечном итоге тормозит вентилятор и ухудшает условия теплообмена.
4. Традиционные градирни ограничены температурой горячей воды 50...60°C.

В Ярославском государственном техническом университете разработан целый класс прямооточных распылительных аппаратов [1] для проведения процессов тепло – массообмена, в частности охлаждения оборотной воды.

Разработан и испытан в лабораторных и промышленных условиях типоразмерный ряд охладителей типа ОВ [1]. Нагретая вода подается под давлением до 0,3 МПа на центробежно-струйные форсунки, факел которых эжектирует воздух из атмосферы через окно в корпус охладителя.

Вода охлаждается на 10...30°, в зависимости от ее начальной температуры и параметров атмосферного воздуха, и собирается в нижней части аппарата, а отработанный воздух направляется в зону сепарации и отправляется в атмосферу.

Система орошения такого прямооточно-распылительного аппарата показана на рис. 2.



Рис. 2. Система орошения прямоточно-распылительного аппарата для охлаждения оборотной воды

Сравнение характеристик вентиляторных градирен и прямоточных распылительных аппаратов приведено в нижеприводимой таблице.

Типовые вентиляторные градирни	Прямоточные распылительные аппараты
1	2
<p>Рассчитаны на некоторый диапазон расходов и тепловой производительности, имеют типовые конструкции и габаритные размеры. При использовании современных оросителей избыточны по высоте на 2-3 м.</p>	<p>Разрабатывается под требуемый расход и производительность с рациональным секционированием и без избытка в габаритах. Имеется ряд конструктивных решений.</p>
<p>Перегорают двигатели вентиляторов, нарушается балансировка вентиляторов. Вентиляторы требуют профилактики. При выходе из строя вентилятора вся градирня (секция) не работает.</p>	<p>Вентиляторы отсутствуют. При выходе из строя насоса сразу включается резервный насос, и работа градирни продолжается. Насосы, работающие в отапливаемом помещении, более надежны, чем вентиляторы.</p>
<p>Обмерзание зимой приводит к разрушению внутренних элементов, что приводит к уменьшению эффективности градирни и засорению насосов.</p>	<p>Элементы внутренней насадки отсутствуют. Эффективность работы постоянно весь период эксплуатации.</p>
<p>Наличие элементов из полиэтилена, дерева приводит к необходимости противопожарной профилактики при ремонтных работах.</p>	<p>Используется пожаробезопасный доуловитель из ПВХ.</p>

Разбрызгивающие форсунки трудно-доступны для осмотра и чистки.	Разбрызгивающие форсунки легко-доступны для очистки без остановки градирни.
Высокий уровень вибрации и низкочастотного шума, вследствие чего градирни необходимо размещать на некотором расстоянии от зданий и цехов.	Небольшой уровень высокочастотного (затухающего на расстоянии) шума. Градирни могут размещаться вплотную к помещениям. Отсутствие вибрации.
В зимнее время затруднен повторный пуск после остановки.	Градирни свободно работают в дискретном режиме в любое время года.
Увеличение расхода воды через градирню приводит к возрастанию ее аэродинамического сопротивления, уменьшению количества проходящего воздуха и, следовательно, уменьшению охладительной способности.	Увеличение расхода воды через градирню приводит к увеличению количества эжектируемого воздуха и, следовательно, тепловая эффективность градирни увеличивается.
При высоких температурах воды возможна тепловая деструкция элементов насадки.	Эксплуатируются при любых температурах воды.
Зависимость от поставщиков ряда оборудования.	Единственный покупной элемент – водоуловитель.
Энергопотребление обоих видов градирен за год одинаковое	

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Галустов В.С.* Повышение эффективности систем охлаждения оборотной воды / В.С. Галустов, А.И. Чуфаровский // Информационный бюллетень по водному хозяйству. М.: Издательство управления делами секретариата СЭВ, 1984. № 1. С. 27-31.

**ВЫСОКОЭФФЕКТИВНЫЙ ПРЯМОТОЧНЫЙ
РАСПЫЛИТЕЛЬНЫЙ ТЕПЛОМАССОБМЕННЫЙ
АППАРАТ С ИНЕРТНЫМ НОСИТЕЛЕМ
НА ГОРИЗОНТАЛЬНОМ СЕТЧАТОМ РОТОРЕ**

Т.А. Царева, Е.А. Михайлов

Научный руководитель – **Е.А. Михайлов**, канд. техн. наук, доцент

Ярославский государственный технический университет

Рассмотрены конструкция высокоэффективного прямоточного распылительно аппарата, использующего эффект вторичного дробления капель на горизонтальном сетчатом роторе и некоторые особенности применения таких аппаратов.

Ключевые слова: прямоток, распыливание, теплообмен, массообмен, аппарат, ротор, капля, охлаждение.

**HIGH-PERFORMANCE DIRECT- FLOW HEAT AND MASS
TRANSFER SPRAY DEVICE WITH AN INERT CARRIER
ON A HORIZONTAL MESH ROTOR**

T.A. Tsareva, E.A. Mikhailov

Scientific Supervisor – **E.A. Mikhailov**, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor

Yaroslavl State Technical University

The design of a highly efficient direct-flow spray device using the effect of secondary crushing of droplets on a horizontal mesh rotor and some features of the use of such devices are considered.

Keywords: direct flow, atomization, heat exchange, mass transfer, apparatus, rotor, drop, cooling.

Целый ряд технологических процессов в теплоэнергетике и очистке сточных вод осуществляется при непосредственном контакте взаимодействующих фаз. К ним относятся, прежде всего, тепломассообменные процессы.

В прямоточных распылительных аппаратах используется прямоточная организация взаимодействия жидкой и газовой фаз и распыливание как средство увеличения поверхности контакта.

Распыливанием называют процесс дробления струи или пленки жидкости на большое число капель и распределение их в пространстве (объеме аппарата).

Устройства, обеспечивающие дробление жидкости, называют распылителями (форсунками), а поток капель - распылом.

Сформировавшуюся систему капель жидкости, покинувшей распылитель, принято называть газожидкостным факелом или факелом распыла.

Следует отметить, что распад жидкости зависит от режима ее истечения. При малой относительной скорости жидкости и окружающего газа после распылителя образуется сплошная струя или пленка. При увеличении скорости струя начинает распадаться на отдельные капли, а длина сплошного участка сокращается. При дальнейшем увеличении скорости дробление происходит в непосредственной близости от распыливающего устройства. Этот режим и принято считать распыливанием.

Для интенсификации процесса теплообмена в распылительный аппарат предложено устанавливать дополнительные контактные элементы для принудительного вторичного дробления капель.

В качестве примера можно привести аппараты, разработанные в ЯГТУ, имеющие такие элементы в виде барабана на котором закреплены с возможностью вращения Т-образные контактные элементы, образованные сплошными и сетчатыми пластинами [1] (рис. 1).

Кроме таких элементов вторичного дробления могут использоваться и другие сетчатые элементы, в том числе в виде кольцевого сектора [2], в том числе и с возможностью вращения [3].

Это позволяет увеличить поверхность контакта фаз, а также способствует увеличению коэффициентов тепло- и массопередачи вследствие турбулизации жидкой и газовой фаз.

Многими исследователями обнаружена высокая скорость тепло- и массопереноса в момент образования капель, которая возрастает обратно пропорционально времени их образования. С другой стороны, на начальном участке факела наблюдаются еще не распавшиеся сгустки жидкости с весьма незначительной площадью поверхности, т. е. действия и этих двух факторов противоположны.

Кроме того, в корне факела содержится столь незначительное количество газа, что это уже само по себе позволяет при моделировании пренебречь этим первым из концевых эффектов.

Второй концевой эффект при ударе капель о дно аппарата – эффект Шабалина (увеличение коэффициентов тепло- и массопередачи при интенсивном обновлении поверхности) тоже оказывает незначительное влияние

на процесс тепломассообмена, так как движущая сила процесса минимальна.

Роль эффекта Шабалина может быть повышена при установке в аппарате контактного элемента для принудительного вторичного распыла. При этом интенсивно обновляется поверхность капель, а также уменьшается их диаметр, что приводит к увеличению поверхности контакта.

Нами разработана конструкция аппарата с подвижным ротором, лопасти которого выполнены в виде сетчатых элементов, позволяющих существенно интенсифицировать процессы вторичного дробления капель в аппарате (рис. 1).

В этом аппарате кроме вторичного дробления происходит и дополнительная турбулизация газовой фазы за счет сплошных вертикальных пластин, свободно установленных на элементах ротора.

Как известно, изменение температуры жидкости обусловлено переносом теплоты и пара между газом и поверхностью капель в распылительных аппаратах, что определяется на основании величины коэффициента теплопередачи α .

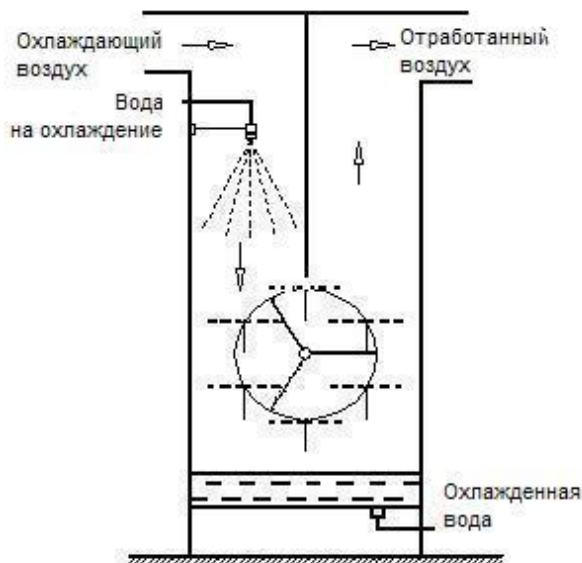


Рис. 1. Принципиальная схема прямооточного распылительного аппарата со вторичным дроблением капель

Знание величины суммарного коэффициента теплопередачи $\alpha_{вт}$ с

учетом вторичного дробления капель позволяет разработать методику расчета аппаратов с учетом вторичного дробления капель.

Обработка экспериментальных данных, полученных при исследовании вышеприведенного аппарата, позволила получить формулу для коэффициента теплопередачи с учетом дробления капель на вторичном носителе: $\alpha_{вт} = \alpha \cdot K_{вт}$, где $K_{вт} = A \cdot X_1^{a1} \cdot X_2^{a2}$ – коэффициент повышения эффективности теплообмена за счет вторичного дробления капель; X_1 – гидродинамический критерий подобия, представляющий собой соотношение сил гидродинамического давления и силы тяжести, $X_1 = (P/(\rho \cdot d_c \cdot g))$, где P – перепад давления на форсунке, Па; ρ – плотность жидкости, кг/м³; d_c – диаметр сопла форсунки, м; g – ускорение свободного падения, м/с²; X_2 – геометрический критерий подобия, представляющий собой вероятность попадания капель жидкости на сетку инертного носителя.

$$X_2 = \left[1 - (a - d_{32})^2 / (a + d_{пр})^2 \right],$$

где d_{32} – средний объемно-поверхностный диаметр капель, м; a – размер проволочной ячейки сетки, м; $d_{пр}$ – диаметр проволоки сетки, используемой для вторичного дробления капель, м.

Полученные нами в результате обработки экспериментальных данных выражение позволяет дополнить систему уравнений гидродинамики и теплообмена прямоточного распылительного аппарата, использующего эффект вторичного дробления капель на инертном носителе и разработать методику конструирования и расчета аппаратов подобного типа.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Патент на изобретение № 2294792 РФ, МКИ В01d. Распылительный тепло-массообменный аппарат / А.Р. Гросс, Е.А. Михайлов, И.А. Михайлов // Открытия. Изобретения. 2007.
2. Патент на полезную модель № 31211 РФ, МКИ В01d. Распылительный тепло-массообменный аппарат / Е.А. Михайлов, И.А. Михайлов, М.Ю. Гусарин, В.В. Блощицын, М.В. Карасев // Открытия. Изобретения. 2003.
3. Патент на полезную модель № 30622 РФ, МКИ В01d. Распылительный тепло-массообменный аппарат / Е. А. Михайлов, И.А. Михайлов // Открытия. Изобретения. 2003.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОТХОДОВ ФРЕЗЕРОВКИ ДОРОЖНЫХ ОДЕЖД В ДОРОЖНОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ

Н.Е. Кичигин, Д.В. Герасимов

Научный руководитель – **Д.В. Герасимов**, ассистент

Ярославский государственный технический университет

В статье рассматриваются существующие на данный момент и перспективные варианты использования асфальтобетонной крошки в строительной отрасли.

Ключевые слова: Асфальтобетон, асфальтобетонная крошка, отходы, вторичная переработка.

USING MILLING WASTE ROAD CLOTHES IN ROAD CONSTRUCTION

N.E. Kichigin, D.V. Gerasimov

Scientific Supervisor – **D.V. Gerasimov**, Assistant

Yaroslavl State Technical University

The article considers current and prospective options for the use of asphalt crumb in the construction industry.

Keywords: asphalt, asphalt crumb, waste, recycling.

Асфальтобетонная крошка – вторичный материал, который получается путем фрезерования устаревшего покрытия асфальтобетона или получаемое в результате дробления больших фрагментов снятого асфальтового покрытия.

Особой ценностью асфальтовой крошки является присутствие в её составе доли битумного вяжущего (нефтяного дорожного битума марки БНД), являющегося связующим материалом асфальтобетона, скрепляющим рационально подобранные минеральные частицы различного гранулометрического состава. А также крупного каменного заполнителя в случае, если был использован щебень из магматических пород (гранит, габбродолерит). Несмотря на то, что покрытие, подвергнутое фрезеровке или дроблению, отслужило уже некоторый срок, битум и крупный каменный

заполнитель сохраняют большую часть потребительских свойств и пригодны к регенерации и повторному использованию.

Асфальтобетонная крошка всегда находила применение в дорожном строительстве. Этим материалом выполняется асфальтирование подъездных путей к производственным объектам, отсыпаются укрепительные полосы автомобильных дорог с капитальными типами дорожных одежд, а также устраиваются некапитальные покрытия дорог низших категорий. Дорога из асфальтобетонной крошки может быть уложена в краткие сроки с минимально подготовленной для этого поверхностью, отличается стойкостью к неблагоприятным погодным условиям, поскольку хорошо дренирует воду. Помимо этого, остаточное количество битумного вяжущего приводит к постепенному увеличению прочности покрытия, за счёт воздействия положительных температур и колёс транспортных средств.



Рис. 1. Асфальтобетонная крошка

Описанные выше способы применения асфальтобетонной крошки не предусматривают никаких операций кроме дробления при фрезеровке.

Существует традиционная технология регенерации асфальтобетонной крошки, однако она достаточно трудоёмка, поскольку предусматривает транспортировку крошки на асфальтобетонный завод, её обработку и транспортировку обратно к участку ведения ремонтно-строительных работ в нагретом состоянии.

На данный момент распространение набирают технологии горячей и холодной регенерации асфальтобетонных покрытий (горячий и холодный ресайклинг), позволяющие исключить операции транспортировки от ремонтной площадки до асфальтобетонного завода и обратно.

Горячий ресайклинг предусматривает, нагрев покрытия дорожной одежды до температуры 120...140 °С при помощи инфракрасных газовых нагревателей с последующей фрезеровкой фрезой ресайклера до состояния крошки. Полученный материал обладает высокой однородностью и стабильным модулем крупности. В зависимости от свойств и состава регенерируемого покрытия, в фрезеруемую массу могут быть добавлены компоненты, которые с течением времени утратили свои свойства (битумное вяжущее) или которых недостаёт вследствие нарушения рецептуры при изготовлении (щебень, минеральный порошок, песок). Полученная смесь предварительно выравнивается и незначительно уплотняется при помощи смесеукладывающего бруса ресайклера.

Холодный ресайклинг не предусматривает нагрев покрытия. Материал измельчается до состояния крошки при атмосферной температуре. В зону вращения фрезы ресайклера возможна подача минерального или органического вяжущего, а также воды, для увеличения качества уплотнения. Полученная смесь выравнивается и незначительно уплотняется при помощи смесеукладывающего бруса ресайклера и используется как верхний слой основания дорожной одежды на трассах высших технических категорий или как самостоятельное покрытие на дорогах IV и V категорий.

Также известен способ подготовки асфальтобетонной крошки для использования в производстве асфальтобетона, отличающийся тем, что асфальтобетонную крошку с размером частиц не свыше 5 мм гранулируют с получением гранул размером 10-20 мм при одновременной обработке асфальтобетонной крошки ПАВ, обеспечивающим гидрофобность получаемого гранулята, при расходе ПАВ 0,2...0,3% от массы материала [4].

В рамках масштабной научной работы, проводимой в Ярославском государственном техническом университете, разработан способ вторичной переработки асфальтовой крошки в гранулированную асфальтобетонную смесь. Способ подразумевает дробление и придание фрезерованному материалу определённого фракционного состава, с последующим гранулированием окатыванием во вращающемся разогретом до 120...140 °С барабан-грануляторе, с вводом дополнительной порции минерального порошка в объёме до 15 % от массы смеси, битума до 2 % от массы смеси и пластификатора – отработанного машинного масла объёмом до 15...25 % от массы смеси [1].

Ключевым преимуществом данной разработки является, что гранулированная асфальтобетонная смесь на основе крошки обладает возмож-

ностью уплотнения в холодном и горячем состоянии и обладает эксплуатационными характеристиками, значительно превосходящими критерии ГОСТ для «новых» асфальтобетонных смесей.

Помимо этого, в данном подходе прослеживается принцип совокупного применения нескольких видов отходов. Что приводит показатель содержания вторсырья и отходов различного назначения до 83 % от массы смеси.

Разработка технологий вторичной переработки асфальтобетонной крошки с целью производства асфальтобетонных смесей весьма актуальная задача. Несмотря на представления о неисчерпаемости недр планеты, это мышление ложно. Поэтому необходимо максимально всецело использовать полезные качества любого сырья, не различая, что это – нефть, золото или древесина.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Капитель–1 [Электронный ресурс] / Сайт компании архитектурно-строительной группы. Режим доступа: <https://kapitel-1.ru>.
2. Патент РФ. 2 623 748 Способ получения асфальтобетонной смеси на основе асфальтовой крошки / В.М. Готовцев. 2016.03.11
3. Регдорстрой [Электронный ресурс] / Сайт компании по изготовлению асфальтобетонной одежды. Режим доступа: <https://www.regdorstroy.kiev.ua>.
4. Патент РФ. 2651674 Способ подготовки асфальтобетонной крошки для использования в производстве асфальтобетона / А.П. Лупанов. 2017.05.22.

**ПЕРСПЕКТИВА ПРИМЕНЕНИЯ БЫТОВЫХ ОТХОДОВ
ПЛАСТМАСС В ОБЛАСТИ
ДОРОЖНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА**

Д.А. Каюшкина, Д.В. Герасимов

Научный руководитель – **Д.В. Герасимов**, ассистент

Ярославский государственный технический университет

В статье рассматриваются существующие на данный момент и перспективные варианты использования ПЭТ-тары в строительной отрасли.

Ключевые слова: полиэтилентерефталат, отходы, утилизация отходов.

**THE PROSPECT OF USING HOUSEHOLD WASTE PLASTICS
IN THE FIELD OF ROAD CONSTRUCTION**

D.A. Kayushkina, D.V. Gerasimov

Scientific Supervisor – **D.V. Gerasimov**, Assistant

Yaroslavl State Technical University

The article considers current and prospective options for the use of polyethylene terephthalate in the construction industry.

Keywords: polyethylene terephthalate, waste, waste disposal.

«Если наше поколение не сделает невозможного, нас ожидает невысказанное».

Петра Келли

Именно такие мысли приходят в голову, когда мы задаёмся вопросами экологии. Человек является существом разумным, но он очень неразумно обращается с природой. Что мы можем сделать, чтобы помочь нашей планете?

Данный вопрос актуален в наше время, как никогда раньше. Человечество производит и потребляет огромное количество продукции, вследствие этого образуются отходы, которые нужно уметь утилизировать. Но современный мир очень халатно относится к этому, из-за чего страдает природа.

Что же такое отходы? Отходами производства и потребления являются вещества или предметы, которые образованы в процессе производства, выполнения работ, оказания услуг или в процессе потребления, которые удаляются, предназначены для удаления или подлежат удалению [1].

Ранее человек боролся с мусором за счёт захоронения отходов в земле. Но данный опыт не увенчался успехом, были отравлены почвы, грунтовые воды, атмосфера. С середины XX века в странах Европы активно ведутся разработки технологий утилизации различных отходов.

Варианты обращения с отходами:

1. Накопление отходов: временное складирование отходов в специально обустроенных местах (не более 11 месяцев).

2. Обезвреживание отходов: уменьшение физических и химических свойств отходов, а также уменьшение их массы за счёт сжигания и/или обеззараживания.

3. Утилизация отходов: повторное применение отходов, повторное включение их в производственный процесс, извлечение из отходов полезных компонентов.

4. Хранение отходов: складирование отходов в специально обустроенных местах (более 11 месяцев).

5. Захоронение отходов: отходы изолируются в специально отведенных местах – хранилищах [1].

Как показывает практика, все методы, не включая 3, являются небезопасными для экологии. Поэтому остро встаёт вопрос в необходимости разработки технологий вторичной утилизации промышленных и бытовых отходов.

Одной из острых экологических проблем современности является загрязнение окружающей среды отходами пластика, в частности отходами полиэтилентерефталата (ПЭТ) – или пластиковыми бутылками. ПЭТ разлагается в условиях природы около 180-200 лет, что несомненно очень много, поскольку масштабы использования ПЭТ тары по-прежнему растут.

Полиэтилентерефталат (ПЭТ) – термопластик, наиболее распространённый представитель класса полиэфиров, известен под разными фирменными названиями. Продукт поликонденсации этиленгликоля с терефталевой кислотой (или её диметиловым эфиром); твёрдое, бесцветное, прозрачное вещество в аморфном состоянии белое, непрозрачное в кристаллическом состоянии [2].

На сегодняшний день существует 3 варианта переработки ПЭТ тары:

1. Переработка на ПЭТ-хлопья;

2. Переработка ПЭТ с использованием бактерии *Ideonella sakaiensis*.

3. Переработка ПЭТ при нагревании под давлением (экспериментальный метод).



Рис. 1. ПЭТ тара [2]

В первом случае при переработке с ПЭТ тары удаляются пластиковые крышки, бумажные этикетки, после этого тара промывается и сушится, далее материал измельчают на мелкие фрагменты. В результате получают ПЭТ-хлопья, которые служат сырьём для производства полиэфирных волокон (из них производят одежду, подушки, ковры и т.п.), полиэфирные листы, ПЭТ-бутылки, ПЭТ-листы и др.

Во втором случае для переработки ПЭТ используют бактерии *Ideonella sakaiensis*, которые были открыты японскими учёными в 2016 году. Данные бактерии разлагают частица ПЭТ, содержащейся в почве, до терефталевой кислоты и этиленгликоля. Данный способ переработки протекает очень медленно. Для промышленных масштабов потребуется генная модификация бактерий.

Третий случай переработки заключается в нагревании пластика под высоким давлением (до 9 ГПа \approx 888 атм.) и температурой (до 1900 К) в

специальной камере. Данный метод позволяет получать из ПЭТ тары алмазы или графитоподобный углерод. Этот способ разработан в институте физики высоких давлений РАН и является экспериментальным [3].

Каждый из перечисленных способов имеет свои недостатки, в виде дороговизны или низкой скорости протекания процесса обезвреживания или переработки отхода. К тому же, для первого и третьего способа предъявляются достаточно высокие требования к качеству самого сырья, поскольку полученный продукт будет использован для получения полезного материала или изделия, будь это новая бутылка или графитоподобный углерод. Поэтому будет всегда возникать необходимость утилизации непригодного для данных способов материала.

Отраслью, где человек может активно применять промышленные и бытовые отходы с целью получения полезных продуктов и материалов является строительство. Это обусловлено тем, что отрасль отвечает многим необходимым для этого факторам: материалоемкость, невысокие требования к экологической и биологической безопасности материалов. Строительство гражданских, промышленных зданий, дорог и других сооружений будет актуально во все времена и потребность в них не иссякнет.

В настоящее время ведутся исследования по поиску новых путей утилизации вторичной ПЭТ тары именно в области строительства. В 2002 году в Индии инженеры-дорожники запатентовали данную технологию. Как известно, в Индии остро стоит проблема с загрязнением окружающей среды особенно отходами пластика, данная технология позволит уменьшить количество отходов, используя ПЭТ при создании асфальтобетонных смесей для дорожного строительства [4]. Следом за Индией, в Нидерландах и Канаде появились схожие разработки в данной области, отличающиеся небольшими изменениями в технологии. Идея способа заключается во введении ПЭТ-флекса в состав асфальтобетонной смеси, изготовленной по традиционной технологии. В результате перемешивания в асфальтобетонной смеси образуется армирующий каркас из полимерного материала. По заявлениям производителей, эксплуатационные характеристики данной асфальтобетонной смеси возрастают на 20...25 %.

Полиэтиленерефталат не подвержен воздействию воды (если рассматривать временной отрезок в контексте срока службы асфальтобетонного покрытия), ввиду чего, его добавление в состав асфальтобетонной смеси призвано не только сократить количество отхода в природе, но и повысить эксплуатационные характеристики асфальтобетона. В первую очередь это относится к показателям водостойкости, прочности и водонасыщения, поскольку именно они являются основополагающими, когда речь заходит о долговечности асфальтобетонного покрытия.

В настоящий момент в ЯГТУ ведутся разработки по введению ПЭТ в состав битумного вяжущего асфальтобетонной смеси в качестве модификатора. ПЭТ и битум образуют эмульсию с содержанием дисперсной фазы около 15 %. Предполагается значительно повысить водостойкость образцов асфальтобетонной смеси, изготовленной на основе модифицированного ПЭТ битумного вяжущего.

Благодаря учёным, производства могут использовать переработанный пластик, строить дороги с использованием ПЭТ, что позволит существенно сократить количество свалок и снизить урон природе.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ГОСТ Р 57678-2017. Ресурсосбережение. Обращение с отходами. М.: АО «Кодекс», 2019. 19 с.
2. Википедия [Электронный ресурс] / Свободная энциклопедия. Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Полиэтиленерефталат>
3. Переработка ПЭТ-бутылок [Электронный ресурс] / Свободная энциклопедия. Режим доступа: https://ru.wikipedia.org/wiki/Переработка_ПЭТ-бутылок
4. rcycle.net [Электронный ресурс] / Сайт группы компаний по переработке и утилизации мусора. Режим доступа: <https://rcycle.net>.

ДРЕНИРУЮЩИЙ АСФАЛЬТОБЕТОН

В.А. Забелин, Д.В. Герасимов

Научный руководитель – **Д.В. Герасимов**, ассистент

Ярославский государственный технический университет

В статье рассматривается применение дренирующего асфальтобетона в дорожном строительстве.

***Ключевые слова:** Асфальтобетон, аквапланирование, дренирующий асфальтобетон.*

DRAINING ASPHALT CONCRETE

V.A. Zabelin, D.V. Gerasimov

Scientific Supervisor – **D.V. Gerasimov**, Assistant

Yaroslavl State Technical University

The article discusses the use of draining asphalt concrete in the road construction.

***Keywords:** Asphalt concrete, aquaplaning, drainage asphalt concrete.*

Дороги являются важнейшим инженерным сооружением инфраструктуры государства. Особую, государствообразующую роль дороги имели в странах с большой площадью или протяженностью границ, коих за последние две тысячи лет на «карте планеты» появлялось немало, а некоторые существуют поныне. Возможность существования великих империй прошлого и сверхдержав будущего оставалась бы под большим вопросом, без наличия качественной, безопасной и продуманной сети дорог. Под данными показателями необходимо понимать эксплуатационные показатели дороги, а именно, что дорога должна обеспечивать безопасное передвижение пользователей дорог по ней и гарантировать безопасную транспортировку грузов из одного пункта в другой в кратчайшие сроки. При всё при этом, дорога должна быть капитальным сооружением, способным эксплуатироваться многие годы.

Сегодня дорожное строительство выделено в отдельную отрасль строительства. Отрасль обладает богатой научно-технической базой,

непрерывно ведутся исследования и разработки новых материалов и технических средств, которые позволяют сделать передвижение по автомобильной дороге комфортным и безопасным.

На протяжении всего XX века популярность набирал асфальтобетон – материал искусственного происхождения из рационально подобранных минеральных компонентов и вяжущего на основе вязких фракций переработки нефтепродуктов. На сегодняшний день это самое распространённое покрытие на всех дорогах планеты. Традиционный асфальтобетон является слабопроницаемым материалом, поскольку в погоне за прочностью и водостойкостью он уплотняется до низкого показателя пористости. Низкая пористость асфальтобетона приводит к значительным проблемам, связанным с отводом атмосферной влаги с проезжей части. С увеличением скоростей транспортных средств, отрасли автостроения и дорожного строительства столкнулись с негативным эффектом аквапланирования колеса транспортного средства. Аквапланирование – наличие водного клина в области пятна контакта колеса автомобиля и поверхности дороги, в результате которого происходит полная или частичная потеря управляемости транспортным средством. Эффект возникает по следующим причинам:

- высокая скорость движения транспортного средства;
- недостаточная глубина протектора колеса автомобиля или его недостаточная водоотводящая способность;
- наличие водной плёнки на поверхности дороги.



Рис. 1. Схема возникновения аквапланирования [2]

Наиболее выражен эффект аквапланирования в пониженных участках продольного профиля дороги, а также в полосе наката на дорогах с высокой интенсивностью движения, поскольку на них наиболее выражено колееобразование – эффект искривления поверхности дороги за счёт появления колеи в полосе наката колеса автомобиля в результате выпора или истирания асфальтобетона.

Борьба с первыми двумя причинами аквапланирования – прерогатива автопроизводителей и дорожной полиции, которые должны обеспе-

чить защиту со стороны готовности транспортного средства противостоять данному эффекту и подготовки водителя с точки зрения знания ПДД и соответствия технического состояния транспортного средства.

Исключить наличие водной плёнки на поверхности дороги, а также луж в полосе наката, задача куда более сложная. Для этого нужно было пойти против сложившегося мнения, что только низко пористый плотный асфальтобетон может быть прочным и водостойким.

Решением стал дренирующий асфальтобетон. Эта смесь была разработана в 1940-х годах для повышения уровня безопасности на дорогах. В США этот материал получил название *open graded friction course* (OGFC). Подбор смеси производился таким образом, чтобы в уплотненном материале имелась система сообщающихся пор, по которым вода с поверхности дороги удаляется намного быстрее, чем при покрытии из плотных смесей. Калифорния была первым штатом США, который в 1944 году начал использование дренирующего асфальтобетона. Особую популярность в США эти смеси приобрели в 1970-х, когда начала действовать программа федерального дорожного агентства (FHWA) по борьбе с заносами на дорогах [1].



Рис. 2. Структура асфальтобетонов:

- 1 – структура дренирующего асфальтобетона;
- 2 – структура стандартного плотного асфальтобетона

Дренирующий асфальтобетон – это разновидность асфальтобетона, обладающего системой открытых пор в количестве 15-25 %. Благодаря этому вода, попадающая на покрытие, не застаивается на поверхности и по системе пор уходит в глубь слоя и отводится на обочину [2]. Это позволяет избежать эффекта – аквапланирования, способствует повышению сцепления в дождливую погоду и практически исключает образование водяного облака от впередиидущих машин, что значительно повышает безопасность и комфорт на дороге.

Доктор наук А. М. Богуславский приводит следующий состав дреннующего асфальтобетона, разработанного у нас в стране: щебень гранитный 10...15 мм 74 %, щебень гранитный 5...10 мм 10 %, песок 12 %, минеральный порошок 4 %, битум БНД 60/90 4,4 % от массы минерального материала, ПАВ БП 3...0,3 % от массы битума. Приготовленную по обычной технологии высокопористую асфальтобетонную смесь укладывают на плотный асфальтобетон слоем не менее 4 см [3].

К сожалению, несмотря на свои достоинства с точки зрения потребительских свойств, дреннующие асфальтобетоны в условиях РФ применяются крайне редко. Главной сдерживающей причиной является применение противогололедных материалов в виде пескосолянных смесей. Подобные материалы забивают поры в дреннующем асфальтобетоне и выводят его из строя. Согласно опыту Англии, пористость поверхности постепенно уменьшается и через 4 года равна 50 % от первоначальной. Дреннующий асфальтобетон рассчитан на эксплуатацию в покрытии автомобильной дороги в течение 15 лет [4].

Современные нормы ремонта и содержания дорог в Российской Федерации не учитывают особенностей эксплуатации данного типа покрытия. Данный пробел в нормативно-правовой литературе необходимо восполнить.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Обзорная информация по дреннующим асфальтобетонам [Электронный ресурс] / Центр развития дорожных технологий. Режим доступа: <http://crdtech.ru/index.php/publications/articles/49-2012-04-26-19-55-07>
2. Глинкин А.Ю. Анализ положительных и отрицательных качеств дреннующего асфальтобетона / А.Ю. Глинкин, Е.М. Вахьянов // IX Всероссийская научно-практическая конференция молодых учёных «Россия молодая». 2017. № 0501002. С. 1-4.
3. Дреннующий асфальтобетон [Электронный ресурс] / Строй-справка.ру. Режим доступа: <http://stroy-spravka.ru/article/dreniruyushchii-asfaltobeton>
4. Новый тип асфальта был уложен на экспериментальном участке трассы М-4 «Дон» в Краснодарском крае [Электронный ресурс] / Российские автомобильные дороги. Режим доступа: <http://www.russianhighways.ru/press/news/10296/>

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОТХОДОВ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ АСФАЛЬТОБЕТОНА

Н.С. Волков, Д.В. Герасимов

Научный руководитель – **Д.В. Герасимов**, ассистент

Ярославский государственный технический университет

В статье рассматриваются существующие на данный момент и перспективные варианты использования щебня из металлургических шлаков в строительной отрасли.

***Ключевые слова:** металлургический шлак, отходы, утилизация отходов.*

USE OF WASTE FROM THE METALLURGICAL INDUSTRY IN THE PRODUCTION OF ASPHALT CONCRETE

N.S. Volkov, D.V. Gerasimov

Scientific Supervisor – **D.V. Gerasimov**, Assistant

Yaroslavl State Technical University

The article considers current and prospective options for the use of crushed metal from metallurgical slags in the construction industry.

***Keywords:** metallurgical slag, waste, waste disposal.*

Экология сейчас заставляет тревожиться учёные умы разных сфер науки. Дело в том, что проблемы экологии настолько всеобъемлющи и злободневны, что ощущаются буквально во всех направлениях жизни современного общества. Не обошли стороной они и сферу промышленного производства, темпы роста которого за последние 20 лет составили порядка 60 %.

Обратной стороной бурного развития промышленности явилось образование огромного количества побочных продуктов, в связи с чем появилась потребность в современных способах их утилизации или вторичном использовании, так как старые методы утилизации наносили огромный ущерб окружающей среде.

Ранее проблема утилизации промышленных отходов решалась путём захоронения отходов на специализированном полигоне, в земле или путём сжигания. Это привело к загрязнению подземных вод, почв и атмосферного воздуха вредными веществами. Однако в последнее время наметилась общемировая тенденция, направленная на изменение привычной парадигмы в обращении с отходами. Сутью новой концепции, получившей название “Zero Waste” (рус. Ноль отходов), является отношение к отходам как к сырью, из которого можно извлечь прибыль, и одновременно решить проблему вреда для экологии [1].

Одной из возможных отраслей, в которой возможно применение отходов – это отрасль строительства, в частности дорожное строительство. Так как производители строительных работ и материалов заинтересованы в снижении стоимости сырья и издержек его производства, а материалоемкость данной отрасли чрезвычайно высока, то замена даже 50 % сырья на вторичное, может привести к колоссальной экономии ресурсов и средств. Помимо этого, итоговый продукт отрасли – дорога, не находится в постоянном непосредственном контакте с человеческим организмом, а сырьё для производства дорожно-строительных материалов находится в единой конструкции дороги, что позволяет применять те отходы, которые недопустимо применять в других областях промышленности, по причине химико-биологической или радиационной опасности.

Один из ключевых компонентов в составе бетона и асфальтобетона – щебень. В строительстве используется щебень различного происхождения: гранитный, гравийный, известняковый, шлаковый, сланцевый. Гранитный щебень – наиболее часто применим в дорожном строительстве для производства асфальтобетонных смесей типа ЩМА, так как его характеристики наиболее полно удовлетворяют требованиям по прочности, износостойкости, морозостойкости и прочим параметрам. Схожими по характеристикам материалами могут быть отходы металлургической промышленности.

Сейчас в шлаковых отвалах, занимающих огромные площади земельных угодий, накоплены миллиарды тонн шлаков черной металлургии. Удельный выход только сталеплавильного шлака составляет в среднем от 150 до 200 кг/т стали, что соответствует ежегодному увеличению шлаковых отвалов в масштабах всей планеты на 200-300 млн тонн.

Подобный метод утилизации отходов в металлургии крайне негативно сказывается на экологической обстановке. Токсичные вещества, содержащиеся в отвалах, загрязняют почву, подземные и поверхностные воды, испаряются в воздух и способны распространяться в радиусе 200 километров. Сегодня доля перерабатываемых шлаков составляет 40-

48 %, большая часть из которых используется в строительной индустрии. Для дорожного строительства металлургические шлаки используются в качестве щебня, песка и минерального порошка.



Рис. 1. Шлак металлургический, переработанный в щебень

Имеется два основных способа получения щебня из металлургических шлаков:

В первом случае он получается в результате переработки застывшего отвального шлака, который является побочным продуктом в черной и цветной металлургии. Разработка такого материала чаще всего не требует проведения буровзрывных работ, поэтому его стоимость значительно ниже природного. Переработка отвалов выполняется на дробильно-сортировочных установках. Они обеспечивают удаление из материала металлических включений с помощью электромагнитов и его сортировку по фракциям.

Во втором случае выполняется специализированная обработка шлаковых расплавов. Для этого подготавливаются специальные траншеи или литьевые площадки. В них послойно сливается огненно-жидкий расплав. Высота каждого слоя варьируется в пределах 200–500 мм. Расплав выдерживается на открытом воздухе в течение нескольких часов, кристаллизуется и остывает до 800 °С. После этого он обрабатывается водой для появления трещин, дробится и сортируется по фракциям. Такой щебень называется литым [2].

Шлаки металлургической промышленности, которые могут быть включены в состав асфальтобетонной смеси в качестве крупного заполни-

теля, бывают различными по происхождению: доменные, медеплавильные, сталеплавильные. Именно эти разновидности шлаков удовлетворяют требованиям для использования их в качестве щебня в составе смеси.

Широкое использование щебня на основе металлургических шлаков будет хорошим решением для дорожно-строительной отрасли ввиду больших запасов материала в отвалах металлургических производств. На сегодняшний день использование щебня из металлургических шлаков в составе асфальтобетонных покрытий регламентируется ОДМ 218.3.087-2017 «Рекомендации по применению асфальтобетонных смесей на основе металлургических шлаковых материалов для условий Центрального Федерального округа». Согласно данному нормативному документу при приготовлении асфальтобетонной смеси введение дополнительного количества минерального порошка не рекомендуется. Покрытие обладает высокой шероховатостью, поэтому устройство дополнительного шероховатого слоя не требуется. При устройстве асфальтобетонных покрытий на основе щебня из металлургических шлаков требуется более тщательное перемешивание и уплотнение из-за угловатого строения некоторых частиц, а также повышенного расхода битума за счёт развитой удельной поверхности. В остальном способ применения подобных смесей идентичен применению смесей на основе гранитного щебня [3].

Однако активное применение шлакового щебня имеет и обратную сторону медали. В зависимости от используемого сырья, характеристик топлива и показателей технологического процесса плавки, шлаковый щебень непосредственно после технологического процесса выплавки металла имеет незначительный радиоактивный фон в пределах до 160 Бк/кг [4], и нуждается в дезактивации в течение периода от нескольких месяцев до года под открытым небом в невысоком отвале. Поскольку радионуклиды содержащиеся в породе имеют короткий период полураспада. Радиоактивность вызвана наличием природных радионуклидов уранового, калиевого, радиевого и ториевого ряда в рудных концентратах [5], а также образованию радионуклидов при сжигании топлива. После дезактивации отвальный шлаковый щебень имеет среднюю активность около 20 Бк/кг и абсолютно безопасен, учитывая, что для строительства жилых и нежилых зданий предельная норма средней активности является 370 Бк/кг, а для устройства городских дорог до 740 Бк/кг [6]. На самом деле, практически любая порода имеет определённый радиоактивный фон, особенно это характерно для магматических пород глубинного происхождения, например, для гранита. Подытоживая сказанное, при использовании шлакового щебня, необходимо вести строгий контроль радиационного фона, поступившего на асфальтобетонный завод или строительную площадку сырья.

В настоящий момент в ЯГТУ, на кафедре «Гидротехническое и дорожное строительство» ведутся разработки и внедряются асфальтобетонные смеси на основе щебня из металлургических шлаков, произведённые по новой технологии. Практика показывает, что такие не уступают, а во много и превосходят свойства стандартных асфальтобетонных смесей на основе гранитного щебня. Основным направлением разработок является уменьшение битумоёмкости асфальтобетонной смеси и увеличение адгезии вяжущего к поверхности шлакового щебня.

Благодаря новым разработкам учёных уже сегодня можно начать использовать отходы чёрной металлургии и одновременно решить проблему загрязнения окружающей среды.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. moluch.ru [Электронный ресурс] / Научный журнал. Режим доступа: <https://moluch.ru/archive/58/8206/>
2. Строй-Справка.ru [Электронный ресурс] / Сайт группы компаний по строительству. Режим доступа: <http://stroy-spravka.ru>
3. ОДМ 218.3.087-2017 «Рекомендации по применению асфальтобетонных смесей на основе металлургических шлаковых материалов для условий Центрального Федерального округа». М.: Росавтодор, 2017. 40 с.
4. *Хоботова Э.Б.* Сравнительный анализ химико-минералогического состава отвалного и гранулированного доменного шлака / Э.Б. Хоботова, Ю.С. Калмыкова // *Экология и промышленность*. 2012. 236 с.
5. naukarus.com [Электронный ресурс] / Научный журнал. Режим доступа: <http://naukarus.com>
6. Каталог минералов.ru [Электронный ресурс] / Виртуальная энциклопедия. Режим доступа: <https://catalogmineralov.ru>

**СТАБИЛИЗИРУЮЩАЯ ДОБАВКА
ДЛЯ ЩЕБЕНОЧНО-МАСТИЧНОГО АСФАЛЬТОБЕТОНА
НА ОСНОВЕ АСБЕСТА**

А.А. Болташова, Д.В. Герасимов

Научный руководитель – **Д.В. Герасимов**, ассистент

Ярославский государственный технический университет

В статье рассматриваются существующие на данный момент и перспективные варианты использования стабилизирующей добавки на основе асбеста в щебеночно-мастичном асфальтобетоне.

***Ключевые слова:** щебеночно-мастичный асфальтобетон, минеральная стабилизирующая добавка, асбест.*

**A STABILIZING ADDITIVE
FOR STONE MASTIC ASPHALT MIXTURES
WITH A BASIS OF ASBESTOS**

A.A. Boltashova. D.V. Gerasimov

Scientific Supervisor – **D.V. Gerasimov**, Assistant

Yaroslavl State Technical University

The article discusses the currently existing and promising options for using a stabilizing additive made of asbestos in crushed-mastic asphalt concrete.

***Keywords:** crushed-mastic asphalt concrete, mineral stabilizing additive, asbestos.*

Щебеночно-мастичный асфальтобетон (ЩМА) – это разновидность дорожного покрытия, предназначен для изготовления верхних слоев на дорогах с сильной загруженностью и высокой проходимостью транспорта. Отличается повышенными показателями прочности, упругости, сдвигоустойчивости, водостойкости и значительно большим сроком эксплуатации. Был изобретен в 1960-х годах в ФРГ и активно используется во многих странах.

Состав щебеночно-мастичного асфальтобетона регулируется ГОСТ 31015-2002 «Смеси асфальтобетонные и асфальтобетон щебеночно-

мастичные». Основной компонентный состав для ЩМА – это 70-80 % щебня с улучшенной кубовидной формой зерен, 8-12 % минерального наполнителя, 6-7 % связующего вещества и 0,3-0,5 % стабилизирующей добавки.

Для ЩМА свойственно высокое содержание щебня плотных горных пород, который формирует каркас, хорошо сопротивляющийся деформациям. В качестве битумного вяжущего используют вязкий нефтяной дорожный битум с модифицирующими добавками или без них, а также полимерно-битумные вяжущие (ПБВ), который заполняет межкаменное пространство, что снижает пористость общей массы асфальтобетонной смеси, препятствует проникновению влаги, повышает морозостойкость и трещиностойкость. Большой объем вяжущего в смеси требует применения специальных стабилизаторов. Поэтому одна из главных особенностей ЩМА – присутствие стабилизирующих добавок, которые предназначены для структурирования и удержания связующего от стекания, они делают покрытие шероховатым и обеспечивают устойчивость к расслаиванию.

В связи с неизбежным вытеканием излишков органического вяжущего во время приготовления смеси, транспортировки и ее укладки, в большинстве составов в качестве стабилизирующих добавок используют свободные или гранулированные волокна.

Разновидности стабилизирующих добавок, применяемые в настоящее время:

- гранулы на основе асбеста;
- волокна и гранулы из целлюлозы;
- добавки на основе резиновых частиц;
- стекловолокна и др.

Один из известных материалов – гранулированный стабилизатор для щебеночно-мастичных асфальтобетонных смесей, состоящий из волокон асбеста, также включает парафинсодержащие и/или битуминозные компоненты. В процессе приготовления добавки, волокна перемешивают с водой и спрессовывают в виде гранул на прессе.

Асбест представляет собой тонковолокнистый минерал из группы силикатов, добыча и использование которого осуществляется уже продолжительный период времени. Широко применяется в строительстве, автомобилестроении, авиационной и космической промышленности, а также во многих других отраслях.

Отличительной чертой асбестовых стабилизирующих гранул является высокая прочность (до 30000 кгс/см² при растяжении, выше прочности стали), что придает большую прочность асфальтобетону. Высокая термостойкость волокна (при нагреве до 700 °С) не позволяет добавке изменять свои свойства даже при значительном перегреве. Также материал

имеет стойкость против щелочей и других агрессивных жидкостей (щелочестойкость от 9,1 до 10,3 рН), обладает эластичностью, высокими тепло-, звуко- и электроизоляционными свойствами. Стабилизатор не поддается гниению и не взаимодействует с водой, что увеличивает полезный срок его хранения и использования.



Рис. 1. Стабилизирующая добавка на основе асбеста

Минеральный волокнистый материал асбест при введении в битум даже в небольших количествах вызывает значительное увеличение его вязкости. Частицы волокнистого наполнителя увеличивают степень объемного заполнения и являются центрами структурообразования. Такая смесь обладает большей структурной прочностью и вязкостью, что обеспечивает более эффективное сопротивление битума сжатию и особенно изгибу. Благодаря асбесту смесь устойчива к перепадам температур от плюсовых к минусовым из-за того, что битум не высыхает полностью. Поскольку взаимодействие битума, минеральных материалов и волокон является решающим фактором структурообразования в асфальтобетоне, то особенности этого взаимодействия определяют важнейшие свойства ЩМА: прочность в условиях широких диапазонов температур, износостойкость, коррозионная стойкость и т.д.

Следует отметить, что использование ЩМА также снижает затраты на строительство и ремонт дорожного покрытия, поскольку при укладке расход материалов на квадратный метр гораздо ниже, чем у горячего асфальтобетона. Покрытие с добавками на основе асбеста, учитывая их повышенные показатели физико-механических свойств, служат более четверти века (25 лет – минимальный гарантийный срок).

Однако у стабилизирующих добавок на основе асбеста имеется существенный недостаток – асбест губительно влияет на лёгкие при дыха-

нии человеком. Мельчайшие частицы минерала остаются в лёгких человека, вызывая хронические и онкологические заболевания. В результате воздействия колёс транспорта поверхность дорожной одежды медленно стирается и в засушливые дни, без выпадения осадков над поверхностью дороги можно увидеть взвесь пыли. В случае использования стабилизирующих добавок на основе асбеста, его частицы также поднимаются в воздух.

Выходом из данной ситуации является запрет на применение стабилизирующих добавок для ЩМА в черте города, поскольку в первую очередь от губительного воздействия страдают пешеходы, в особенности дети и домашние животные. Для профилактики появления асбестовой пыли, необходимо регулярно проводить пролив проезжей части водой.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Асбест: свойства, виды и применение [Электронный ресурс] / информационный портал. Режим доступа: <https://polimerinfo.net/asbest/>.
2. Щебеночно-мастичный асфальтобетон (ЩМА) [Электронный ресурс] / Информационный портал. Режим доступа: <http://www.unidorstroy.kiev.ua/wiki-asphalting/stone-mastic-asphalt.html>.
3. *Кирюхин Г.Н.* Покрытия из щебеночно-мастичного асфальтобетона / Г.Н. Кирюхин, Е.А. Смирнов. М.: Элит, 2009. 176 с.
4. Оценка эффективности стабилизирующих добавок для улучшения структуры и свойств щебеночно-мастичного асфальтобетона [Электронный ресурс] / Информационный портал. Режим доступа: <https://www.dissercat.com/content/otsenka-effektivnosti-stabiliziruyushchikh-dobavok-dlya-uluchsheniya-struktury-i-svoistv-shc>.
5. О применении ЩМА в дорожном строительстве [Электронный ресурс] / Информационный портал. Режим доступа: https://stroj.mos.ru/builder_science/oprимienieni-shchiebenochno-mastichnogho-asfal-tobietona-v-dorozhnom-stroitielstvie.

**РАЗРАБОТКА ОПТИМАЛЬНОГО ТЕМПЕРАТУРНОГО
РЕЖИМА ДЕГИДРАТАЦИИ ФОСФОГИПСА С ЦЕЛЬЮ
ПОСЛЕДУЮЩЕГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ
ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ГРАНУЛИРОВАННОЙ
АСФАЛЬТОБЕТОННОЙ СМЕСИ**

З.Х. Мейке, Д.В. Герасимов

Научный руководитель – **Д.В. Герасимов**, ассистент

Ярославский государственный технический университет

В статье рассматривается вариант использования фосфогипса в дорожном строительстве, а также определение оптимальной температуры дегидратации фосфогипса для дальнейшего его использования в гранулированных асфальтобетонных смесях.

Ключевые слова: фосфогипс, гранулированный асфальтобетон, отходы, переработка.

**DEVELOPMENT OF AN OPTIMAL TEMPERATURE
CONDITION DURING PHOSPHOGYPSUM DEHYDRATION
FOR THE FOLLOWING USE IN PRODUCTION
OF GRANULATED ASPHALT-CONCRETE MIXTURE**

Z.H. Meyke, D.V. Gerasimov

Scientific Supervisor – **D.V. Gerasimov**, Assistant

Yaroslavl State Technical University

The article considers the option of using phosphogypsum in road construction and determining the optimal temperature of phosphogypsum dehydration for its further use in production of granulated asphalt mixtures.

Keywords: phosphogypsum, granulated asphalt-concrete, waste, recycling.

Наука и техника начала третьего тысячелетия развивается в темпах геометрической прогрессии, не является исключением и промышленность как одна из самых масштабных сфер деятельности человека. Но из-за

огромных объемов производства и небезупречности технологических процессов неизбежно негативное воздействие промышленности на окружающую среду.

Одним из источников загрязнения окружающей среды является производство минеральных удобрений, основным отходом которого является фосфогипс.

Фосфогипс – представляет собой двухводный гипс с примесями серной и фосфорной кислот, а также кремнезема, фосфата и фторидов. В настоящее время, предприятиями, производящими минеральные удобрения, накоплено около 200 млн. т фосфогипса и ежегодно эти цифры растут на 10...15 млн т [1]. На данный момент большая часть фосфогипса складывается в отвалы, достигающие огромных размеров.



Рис. 1. Воскресенский отвал фосфогипса [2]

Такие отвалы образуют огромные белые горы, занимающие значительные земельные площади, они пылят на ветру и загрязняют водоносные слои вредными растворимыми соединениями фтора, фосфора и другими примесям [2].

На данный момент существует много ниш применения фосфогипса, наиболее перспективными являются переработка с предварительной очисткой и обжигом, и применение его в дорожном строительстве. Так как фосфогипс слабо отличается от обычного гипса по основным показателям, из него можно изготавливать ограждающие, несущие и отделочные материалы (гипсолитовые блоки, гипсокартон), применять в качестве активатора твердения бетонных смесей при производстве цементного клинкера, а также использовать как слой основания дорожной одежды.

Уже сегодня ведутся разработки в области применения фосфогипса с целью замены в асфальтобетонных смесях традиционно применяемого минерального порошка МП-1 [3]. Применяемый в предложенном патенте метод производства асфальтобетонной смеси – гранулирование окатыванием является достаточно перспективной разработкой, которая позволит утилизировать широкий спектр дисперсных промышленных отходов, в

том числе и фосфогипс. Фосфогипс обладает всеми предпосылками для этого: схожие показатели гранулометрического состава фосфогипса и МП-1, развитая удельная поверхность, высокая адгезионная способность к взаимодействию с битумом. Однако фосфогипс обладает вяжущими свойствами и высокой гидрофильностью, что не позволяет изготовить водостойкий состав асфальтобетонной смеси. Ключ к решению данной проблемы кроется в сведении гидрофильности и влажности фосфогипса к минимуму, путём перевода его из двухводного в безводный «мертвый гипс».

На выходе с технологического процесса, фосфогипс обладает влажностью около 40 %, поскольку транспортируется в отвал или к месту временного хранения в виде водной пульпы. В отвале фосфогипс находится при естественной влажности 12...16 % [4].

Влажность фосфогипса складывается из двух составляющих:

- несвязной воды, находящейся между мельчайшими частицами воды в объёмном состоянии;
- связанной воды, находящейся в составе частиц двухводного гипса.

В процессе сушки, при сравнительно невысоких температурах, из фосфогипса в первую очередь удаляется несвязная влага. При повышении температуры сушки выше 100 градусов начинается дегидратация фосфогипса и протекает процесс фазовых переходов фосфогипса из дигидрата в полугидрат, при температурах около 140...180 °С, с дальнейшим повышением температуры от 400 до 600...800 °С происходит полная дегидратация фосфогипса с получением ангидрита.

В табл. 1 представлены данные эксперимента по дегидратации фосфогипса.

Таблица 1. Определение потери массы фосфогипса при дегидратации

$t_{\text{суш}}, \text{C}$	$m_{\text{бюкса}}, \text{Г}$	$m_{\text{до}}, \text{Г}$	$m_{\text{после}}, \text{Г}$	$\Delta m_{\text{масс}}, \%$	$T, \text{ч}$
100	31,4	102,0	98,0	3,92	4
120	17,6	72,8	69,6	4,39	
140	16,6	69,6	63,0	9,48	
160	31,2	68,8	61,8	10,17	
180	16,6	59,4	51,4	13,46	
200	30,4	107,0	95,6	10,65	
400	32,2	95,8	84,4	11,89	
600	202,6	133,0	114,2	14,13	
800	223,8	144,8	124,2	14,23	
900	202,1	120,4	101,3	15,86	

Анализируя данные таблицы, можно заметить два пика резкого снижения массы фосфогипса, за счёт протекания процессов фазовых переходов

дов. При температуре от 140 до 180 °С присутствует характерный для фазового перехода гипса от двухводного к полуводному гипсу. А при температуре от 400 до 900 °С дальнейшая дегидратация до ангидрита.

Таблица 2. Определение набора массы фосфогипса при увлажнении

Температура обжига, °С	Масса до увлажнения, г	Масса после увлажнения, г	Набор массы, %
100	99,2	99,6	0,40
120	71,0	71,4	0,56
140	64,4	65,0	0,93
160	63,0	64,2	1,90
180	53,6	54,8	2,23
200	97,6	98,0	0,41
400	86,0	86,6	0,70
600	115,0	115,4	0,35
800	125,6	125,8	0,16
900	104,0	104,2	0,19

О том, что фазовый переход прошёл, успешно свидетельствуют данные табл. 2. Образцы выдерживались в условиях атмосферной влажности около 75 % в течение 15 дней и постоянно перемешивались. Полученный при температурах около 140...180 °С полуводный гипс имеет высокую водопотребность и обладает вяжущими свойствами и гидратируется до двухводного уже при атмосферной влажности. В свою очередь безводный гипс уже не восстанавливается до двухводного, и вяжущие свойства отсутствуют.

Материалы статьи должны послужить основанием более глубокого исследования по разработке оптимального температурного режима дегидратации фосфогипса с последующим использованием в производстве асфальтобетонной смеси методом гранулирования окатыванием.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. NEWCHEMISTRY.ru [Электронный ресурс] / Аналитический портал химической промышленности. Режим доступа: <http://www.newchemistry.ru>.
2. Воскресенск [Электронный ресурс] / Новостной портал. Режим доступа: <http://www.vosnews.ru>
3. Патент России № 2701007 Способ получения гранулированного асфальтовяжущего на основе фосфогипса / И.В. Голиков, В.М. Готовцев, А.А. Игнатъев, Д.В. Герасимов. 2018. Бюл. № 27.
4. ДЗМУ [Электронный ресурс] / Днепровский завод минеральных удобрений. Режим доступа: <http://www.dzmu.dp.ua/>

ПРИМЕНЕНИЕ ПРОМЫШЛЕННЫХ ОТХОДОВ С ЦЕЛЬЮ ПОЛУЧЕНИЯ АСФАЛЬТОБЕТОННЫХ СМЕСЕЙ

Н.С. Привалов, Д.В. Герасимов

Научный руководитель – **Д.В. Герасимов**, ассистент

Ярославский государственный технический университет

В статье рассматриваются существующие на данный момент и перспективные варианты применения промышленных отходов с целью получения асфальтобетонных смесей.

***Ключевые слова:** Асфальтобетонные смеси, промышленные отходы, вторичная переработка.*

APPLICATION OF INDUSTRIAL WASTE TO PRODUCE ASPHALT CONCRETE MIXTURES

N.S. Privalov, D.V. Gerasimov

Scientific Supervisor – **D.V. Gerasimov**, Assistant

Yaroslavl State Technical University

The article considers current and prospective options for the use of industrial waste in order to obtain asphalt concrete mixtures.

***Keywords:** Asphalt concrete mixes, waste, recycling.*

Невозможно представить современный мир без промышленного производства разнообразных товаров и материалов, но из-за данной деятельности образуется огромное количество различных отходов, которые пагубно влияют на состояние окружающей среды. В результате активного развития промышленности и нерационального использования природных ресурсов человечество наносит непоправимый вред планете.

Осознавая эту проблему, было принято решение, что единственно верным решением будет вторичное использование и переработка промышленных отходов.

Наиболее подходящей отраслью для вторичного использования промышленных отходов является строительство, так как в этой отрасли

удовлетворяется наиболее важное требование к возможности вторичной переработки – материалоемкость.

В настоящий момент в Ярославском государственном техническом университете ведутся разработки по созданию нового типа асфальтобетонных смесей – гранулированной асфальтобетонной смеси. Особенностью её производства является применение специфической для данного производства асфальтобетонных смесей технологии – технологии гранулирование окатыванием. Принцип состоит в создании оболочки асфальтовяжущего вещества [3] вокруг каждой частицы крупного каменного заполнителя. Оболочка асфальтовяжущего представляет собой дисперсно-наполненную структуру композита, в которой матрицей является битумное вяжущее, а дисперсной фазой минеральный порошок. Как показали исследования, для подобной структуры необходимо 5...6 % вяжущего и 30...32 % минерального порошка [4]. Для сравнения, в традиционных асфальтобетонных смесях содержание минерального порошка в 2...2,5 раза ниже. В связи с этим, альтернатива замены минерального порошка МП-1 аналогом весьма заманчива.

В качестве крупного заполнителя в гранулированной асфальтобетонной смеси может использоваться любой прочный минеральный компонент, такой как традиционно используемый щебень (гранитный, габбро-диабаз) или из числа дисперсных промышленных отходов – нефелиновый шлак, металлургический шлак, асфальтобетонная крошка и др.

Однако с минеральным порошком не всё так просто, он должен обладать схожими с МП-1 характеристиками удельной поверхности и адгезионной способностью к взаимодействию с битумом.

Одним из альтернативных мелкозернистых заполнителей является отход производства фосфорной кислоты и минеральных удобрений – фосфогипс. Промышленностью найдено много способов его вторичного использования, однако этого недостаточно и отвалы фосфогипса продолжают пополняться. Однако фосфогипс обладает и отрицательным свойством – высокой гидрофильностью. Данная проблема была решена за счёт модификации битумного вяжущего вторичным полиэтилен-терефталатом (ПЭТФ) с содержанием 15...20 % от массы вяжущего [5].

Эксперимент, описанный в данной статье, является незначительной частью масштабных исследований по разработке технологии утилизации дисперсных промышленных отходов. В рамках эксперимента задача была поставлена в определении оптимальной температуры введения модифицированного вяжущего, поскольку ПЭТФ обладает температурой плавления (245 °С) выше чем битум, однако сравнительно невысокая температура стеклования (73 °С) позволяет ему находится в состоянии, необходимом для смешивания с битумом. Поэтому стоит предположить, что от температуры

вяжущего после модификации будет существенно зависеть качество смазывания мельчайших частиц фосфогипса.

В ходе эксперимента было изготовлено три состава гранулированной асфальтобетонной смеси с разными температурами введения битумного вяжущего в объём гранулятора: 170 °С; 200 °С, 250 °С. Важным преимуществом гранулированной асфальтобетонной смеси, является возможность уплотнения и в холодном состоянии, поэтому смесь была уплотнена в холодном и горячем состоянии при температуре 20 и 120 °С соответственно. Смесь формовалась и испытывалась в соответствии с ГОСТ 12801-98. Полученные в результате испытаний данные сравнивались с ГОСТ 9128-2013 [6].

Наиболее важными контролируемыми в ходе испытания характеристиками, обеспечивающими прочность и долговечность асфальтобетона для горячих смесей, являются:

- сопротивление при сжатии при 20 °С;
- водонасыщение;
- коэффициент водостойкости при длительном водонасыщении.

Для холодных асфальтобетонных смесей:

- сопротивление при сжатии при 20 °С сухого образца до прогрева;
- сопротивление при сжатии при 20 °С вод насыщенного образца после длительного водонасыщения до прогрева.

Результаты осреднённых измерений трёх образцов каждой смеси для опытов по определению средней прочности, водонасыщения и водостойкости образцов представлены в таблицах 1, 2, 3 соответственно.

Таблица 1. Средняя прочность образцов

Предел прочности при сжатии, для типа смеси, МПа	Температура введения модифицированного ПЭТФ вяжущего		
	170 °С	200 °С	250 °С
Горячая	3,45	7,93	3,76
Холодная	3,11	6,39	3,54

Таблица 2. Среднее водонасыщение образцов

Водонасыщение, для типов смеси, %	Температура введения модифицированного ПЭТФ вяжущего		
	170 °С	200 °С	250 °С
Горячая	0,62	0,49	0,29
Холодная	3,27	1,09	0,37

Таблица 3. Средний коэффициент водостойкости образцов

Коэффициент водостойкости, для типов смеси, %	Температура введения модифицированного ПЭТФ вяжущего		
	170 °С	200 °С	250 °С
Горячая	1,1	0,97	1,05
Холодная	1,05	0,96	1,1

Анализируя данные, можно прийти к выводу, что оптимальная температура введения модифицированного ПЭТФ вяжущего составляет 250 °С. Однако, если сравнить показатели всех смесей с критериями ГОСТ 9128-2013 для высокоплотных горячих смесей марки I и холодных смесей типа Бх марки I, то все полученные в результате эксперимента данные будут удовлетворять и во много раз превосходить установленные стандартом рамки.

Учитывая факт, что при нагреве битума выше 200 °С, происходит его более активное окисление, а при температуре 220 °С повышается вероятность вспышки битума, то необходимо проводить процесс введения модифицированного вяжущего в условиях азотной газовой среды. В противном случае, необходимо снизить температуру введения модифицированного вяжущего до 200 °С.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- ГОСТ 12801-98 «Материалы на основе органических вяжущих для дорожного и аэродромного строительства. Методы испытаний». 1999. 63 с.
- Перспективы использования фосфогипса в производстве асфальтобетона / А.А. Игнатиев, Д.В. Герасимов, В.М. Готовцев, В.И. Голиков // Дороги и мосты. 2018. № 40. С. 304-315.
- Studwood. Роль минерального порошка в структурообразовании асфальтобетона [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://studwood.ru/1791605/nedvizhimost/rol_mineralnogo_poroshka_v_strukturoobrazovanii_asfaltobetona
- Dispersed-filled composites with a structured nanoscale / A.A. Ignatiev, D.V. Gerasimov, I.V. Golikov, V.M. Gotovtsev // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. Vol. 365, (2018). Article ID 032064 - doi:10.1088/1757-899X/365/3/032064.
- Granulated asphalt mix based on industrial and domestic waste / A.A. Ignatiev, D.V. Gerasimov, I.V. Golikov, V.M. Gotovtsev // MATEC Web Conf: Building Materials. Vol. 251, (2018). Article ID 01028 – doi: <https://doi.org/10.1051/mateconf/201825101028>
- ГОСТ 9128-2013 «Смеси асфальтобетонные, полимерасфальтобетонные, асфальтобетон, полимерасфальтобетон для автомобильных дорог и аэродромов».

**СТАБИЛИЗИРУЮЩИЕ ДОБАВКИ
ДЛЯ ШЕБЁНОЧНО–МАСТИЧНЫХ
АСФАЛЬТОБЕТОННЫХ СМЕСЕЙ НА ОСНОВЕ
СИНТЕТИЧЕСКИХ ПОЛИМЕРНЫХ ВОЛОКОН**

А.А. Ягунов, Д.В. Герасимов

Научный руководитель – **Д.В. Герасимов**, ассистент

Ярославский государственный технический университет

В статье рассматриваются существующие на данный момент и перспективные варианты использования синтетических полимерных волокон в строительной отрасли.

***Ключевые слова:** полимерные волокна, смеси, добавки.*

**STABILIZING ADDITIVES FOR CRUSHED STONE-MASTIC
ASPHALT CONCRETE MIXES BASED ON SYNTHETIC
POLYMER FIBERS**

A.A. Yagunov, D.V. Gerasimov

Scientific Supervisor – **D.V. Gerasimov**, Assistant

Yaroslavl State Technical University

The article discusses the currently existing and promising options for using synthetic polymer fibers in the construction industry.

***Keywords:** polymer fibers, mixtures, additives.*

В настоящее время возрастает интенсивность движения автомобильного транспорта и современные нагрузки на ось транспортными средствами в сочетании с неблагоприятными природно-климатическими факторами не позволяют обеспечить долговечность верхних слоёв дорожного покрытия.

С целью повышения долговечности дорожных покрытий ведётся непрерывная разработка модифицирующих добавок к существующим и проектирование новых составов асфальтобетонных смесей. Одной из таких разработок является щебёночно-мастичный асфальтобетон (ЩМА), появившийся впервые на дорогах ФРГ (Западная Германия) в 60-х годах

XX века. Главными преимуществами использования щебёночно-мастичного асфальтобетона являются высокая сдвигоустойчивость, высокое значение коэффициента сцепления с колесом автомобиля, устойчивость к стиранию, колееобразованию и снижение стоимости обслуживания.



Рис. 1. Сравнение структуры щебёночно-мастичной смеси и асфальтобетонной смеси

Смеси типа ЩМА являются самостоятельной разновидностью асфальтобетонных смесей, однако имеют некоторые отличия:

- высокое содержание щебня – до 70...80 %, что на 20...30 % выше, чем данный показатель для смесей типа А;
- повышенное содержание битумного вяжущего – от 5,5 до 8 %;
- более жесткие требования к прочности, форме и фракционному составу щебня. Применяется щебень только кубовидной или тетраэдрической формы из магматических пород типа гранит или габбро-диабаз) узкой фракции;
- песок только из отсевов дробления горных пород;
- наличие стабилизирующих добавок.

Наличие всех компонентов, кроме последнего, а также минерального порошка, обязательно для любой традиционной асфальтобетонной смеси. Однако свойство саморегенерации, высокая морозостойкость зимой и низкое колееобразование летом, это те свойства, которые придаёт именно стабилизирующая добавка.

Задачей стабилизирующей добавки является:

- впитывание излишков битумного вяжущего в период значительного повышения температуры дорожной одежды и недопущение выдавливания его на поверхность;
- обеспечение эластичности покрытия в период значительного понижения температуры дорожной одежды;
- обеспечение резерва битумного вяжущего, для обеспечения саморегенерации мелких дефектов дорожной одежды;

- недопущение физической сегрегации (стекания битумного вяжущего, расслоения) в процессе транспортировки и хранения.

В соответствии с классификацией добавок по вещественному составу стабилизирующие добавки можно разделить на минеральные, и органические и синтетические.

Минеральные и органические волокна наиболее распространены и широко используются и в свою очередь обладают рядом положительных качеств и недостатков.

Например, минеральные стабилизирующие добавки на основе волокон асбеста и стекловолкна при активном использовании дороги и по мере истирания поверхности дорожной одежды колёсами транспорта образуют превращаются в пыль, попадая в лёгкие человека, асбестовая пыль и мелкие частицы стекловолкна остаются там навсегда и со временем приводят к онкологическим и легочным заболеваниям.

В свою очередь стабилизирующие добавки на основе целлюлозных волокон более подвержены разрушению во влажной среде и быстрее утрачивают эксплуатационные свойства, чем аналогичные минеральные добавки.

С развитием науки и техники, всё большее распространение получают различные полимерные синтетические материалы. В рамках текущей статьи наибольший интерес представляют синтетические волокна, как наиболее молодой и наименее известный вид стабилизирующих добавок для ЩМА. Синтетические стабилизирующие добавки лишены недостатков присущих минеральным и органическим стабилизирующим добавкам.

Помимо этого, синтетические волокна, в зависимости от типа, могут обладать высокой прочностью, эластичностью, быстрым восстановлением и малыми остаточными деформациями после снятия нагрузки, устойчивостью к многократным и знакопеременным нагрузкам.

К полимерным добавкам следует отнести добавки дроблёной резины являющейся продуктом переработки полимерного материала, добавки на основе полипропилена, нитрона полиамида, отходов полиэтиленовой упаковки, полиэфирных волокон, полиамида, акриловых волокон, поливинилхлорида, полиолефина.

Каждый вид добавок оказывает свое влияние на структуру и свойства ЩМА.

Добавками на основе акриловых волокон являются: DOLANIT, Гранулированная добавка РТЭП. Гранулированная добавка РТЭП изготовлена на основе полиолефинового полимерного носителя. Основными составляющими веществами являются пропиленбутилен-этилен (рис. 2).



Рис. 2. Стабилизирующие добавки на основе синтетических полимерных волокон

Таким образом, на сегодняшний день, для традиционно применяемых стабилизирующих добавок на основе целлюлозы и асбест-хризотила имеются достойные конкурентные аналоги, не получившие должного распространения на территории Российской Федерации ввиду неизвестности производителей и плотной конкуренции на рынке. В настоящий момент ведутся разработки по совершенствованию микроструктуры поверхности полимерных синтетических добавок с целью повышения битумоёмкости гранул.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Красновская О.А.* Исследование резинобитумного вяжущего для гидроизоляционных материалов рулонного и мастичного типа: дис... канд. техн. наук. 1974. С. 256.
2. Исследование отходов асбестоцементных изделий при приготовлении асфальтобетонных смесей. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article>
3. *Смирнов Е.* Щебеночно-мастичный асфальтобетон //Автомобильные дороги. 2001. № 11. С. 25-32.

РЕОРГАНИЗАЦИЯ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ НА ПЕРЕКРЕСТКЕ

Н.С. Бурдаева, Е.С. Буданова

Научный руководитель – **Е.С. Буданова**, ассистент

Ярославский государственный технический университет

Рассматривается введение дополнительной полосы для поворота налево на перекрестках, а также устройство дополнительной секции светофора для поворота налево.

Ключевые слова: перекресток, дополнительная полоса, улично-дорожная сеть, транспортное средство.

REORGANIZATION OF TRAFFIC AT THE INTERSECTION

N.S. Burdaeva, E.S. Budanova

Scientific Supervisor – **E.S. Budanova**, Assistant

Yaroslavl State Technical University

We consider the introduction of an additional lane for turning left at intersections, as well as the device of an additional traffic light section for turning left.

Keywords: intersection, additional lane, road network, vehicle.

За последние десятилетия в России произошло увеличение количества автомобилей на дорогах. К этому привело развитие автомобильного парка как качественно, так и количественно, что, несомненно, повлияло на ситуацию на автомобильных дорогах.

Также это отразилось и на перекрестках, особенно в местах, где интенсивность автомобилей велика. Эта ситуация приводит к негативным последствиям, таким как:

- уменьшение скорости движения транспорта;
- повышение аварийности из-за образования конфликтных точек в местах пересечения транспортных потоков;
- увеличение времени проезда по данному участку;
- возникновение заторов, из-за того что транспортные средства, стоящие за автомобилями, поворачивающими налево, вынуждены дожидаться завершения его маневра, чтобы самим продолжить движение;

- ухудшение экологической обстановки в связи с увеличением количества выброса отработанных газов двигателями автомобилей, стоящих на перекрестке или движущихся на пониженной передаче в плотном потоке.

Особое внимание стоит уделить аварийности на перекрестках, поскольку в последнее время стали задумываться не только о пропускной способности автомобильных дорог, но и о безопасности участников дорожного движения, будь это водители, пассажиры, пешеходы или велосипедисты. Часто аварии происходят на регулируемых перекрестках в связи с низкоэффективной организацией дорожного движения.

В больших городах в центральных районах исторического значения в основном преобладают пересечения двухполосных дорог, так как улично-дорожная сеть во время строительства не была рассчитана на существующую интенсивность движения. С развитием города на перекрестках может изменяться количество транспортных средств, двигающихся в различных направлениях: прямо, поворачивающих налево или направо.

На пересечениях улиц с высокой интенсивностью автомобилей, совершающих левый поворот, для обеспечения безопасного движения, исключая образование конфликтных точек при пересечении транспортных потоков, стоит рассмотреть введение дополнительной полосы и установку светофора с дополнительной секцией для совершения левого поворота. Но, прежде чем вводить левоповоротную секцию, необходимо определить ее рациональность. Для этого анализируют интенсивность встречного движения и количество автомобилей, поворачивающих налево, количество полос движения встречного направления, видимость и количество аварий на перекрестке, в частности при совершении левого поворота.

Повышение пропускной способности регулируемых перекрестков может быть достигнуто несколькими способами:

1. При помощи реорганизационных мероприятий без изменения геометрических параметров автомобильной дороги (повышение эффективности светофорного регулирования на пересечении и на прилегающих участках улично-дорожной сети, изменение направлений движения по полосам движения).
2. Реконструкция перекрестка и прилегающей к ней территории (локальное расширение проезжей части).

Локальное расширение проезжей части – дополнительная полоса перед перекрестком, выделенная конструктивно, предназначенная для отделения поворотных (право или левоповоротных) транспортных потоков [1].

Расширение должно быть устроено обоснованно, чтобы не усложнить ситуацию на участке улично-дорожной сети еще больше. Необходимо правильно подобрать длину локального расширения, она не должна быть слишком маленькой, чтобы транспортный поток, совершающий поворот налево, не выстраивался в начале расширения, занимая полосу для движения автомобилей в прямом направлении. В то время как чрезмерная длина локального расширения приведет к перерасходу средств, а также к нецелесообразному использованию городского пространства. Если локальное расширение возможно, то его осуществляют за счет уменьшения ширины тротуаров и газона. При увеличении ширины проезжей части за счет газонов необходимо компенсировать территорию, которая была им занята [2].

Полная реконструкция участка улично-дорожной сети, которая подразумевает расширение проезжей части автомобильной дороги, не всегда возможна, особенно в центральной, исторически сложившейся, части города, где преобладает тесная застройка, плотная сеть различных видов коммуникаций, переустройство которых может быть недопустимым или весьма нерациональным, ввиду больших объемов работ, невозможностью исполнения задуманного и т.д. Поэтому на таких перекрестках, следует предусматривать дополнительную полосу для отделения транспортного потока, поворачивающего налево, от основного потока в границах существующей проезжей части посредством горизонтальной разметки.

Введение дополнительной полосы для совершения левого поворота в рамках существующей проезжей части может быть организовано путем уменьшения ширины полос движения до 3,5 м, при организованном движении маршрутных транспортных средств на перекрестке, и до 2,75 м при его отсутствии [2].

На основании вышесказанного, можно сделать вывод, что рассмотренные мероприятия могут помочь:

- уменьшить вероятность аварий с участием транспортных средств, совершающих левый поворот, путем исключения конфликтных точек;
- увеличить пропускную способность, благодаря рациональной организации дорожного движения на пересечении автомобильных дорог;
- целесообразно использовать городское пространство, площадь которого ограничено для строительства;
- улучшить общую ситуацию на участке улично-дорожной сети и сделать передвижение по перекрестку более комфортным.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Электронный ресурс. Режим доступа: [http://intellekt-izdanie.osu.ru/arch/2019_8_153.pdf]
2. СП 42.13330.2016. Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений.

УКРЕПЛЕНИЕ ГЛИНИСТЫХ ГРУНТОВ

А.А. Иванов, Е.С. Буданова

Научный руководитель – **Е.С. Буданова**, ассистент

Ярославский государственный технический университет

Рассмотрена технология укрепления глинистых грунтов; способствующая повышению несущей способности и снижению морозного пучения.

***Ключевые слова:** связующие материалы, укрепление*

STRENGTHENING CLAY SOILS

A.A. Ivanov, E.S. Budanova

Scientific Supervisor - **E.S. Budanova**, Assistant

Yaroslavl State Technical University

The technology of strengthening clay soils, contributing to an increase in bearing capacity and a decrease in frost heaving, is considered.

***Keywords:** binding materials, strengthening*

Укрепление грунта представляет собой процесс введения вяжущего (цемента или извести) и последующего тщательного перемешивания и уплотнения. В практике строительства автомобильных дорог, вяжущее добавляют в пропорции 5-10% от массы укрепляемого грунта.

При укреплении глинистых грунтов неорганическими вяжущими материалами отпадает необходимость транспортирования грунтов из карьеров к месту производства работ и снижается стоимость выполнения работ.

Укрепление грунтов позволяет получать прочные износостойкие конструкции дорожных одежд автомобильных дорог и площадок. На рисунке ниже приведен типовой пример укрепления оснований дорожных одежд неорганическими вяжущими, позволяющий значительно улучшить эксплуатационные характеристики.

Традиционная конструкция дорожной одежды	Конструкция дорожной одежды укрепленная неорганическим вяжущим
	
Слои	
1. Асфальтобетон 10-12 см.	1. Асфальтобетон 4-6 см.
2. Щебень 20см.	2. Укрепленный грунт 30см.
3. Песок 30см.	

Рис. 1. Сравнение конструкций дорожной одежды

Наиболее широкое распространение технология укрепления грунта нашла в практике:

- ремонта и реконструкции существующих автомобильных дорог;
- при строительстве автомобильных дорог IV– V категории;
- при строительстве временных, технологических, вспомогательных и грунтовых дорог; тротуаров, парковых, пешеходных и велодорожек; автостоянок, парковок, складских и торговых центров и терминалов при создании прочных оснований под строительство объектов различных категорий; полигонов ТБО и опасных веществ;
- при устройстве промышленных полов и укладке тротуарной плитки;
- при устройстве оснований под железнодорожные пути.

Современное оборудование позволяет эффективно проводить укрепление глинистого грунта непосредственно на месте на глубину до

50 см за один рабочий проход с большой точностью дозировки вяжущих материалов.

Основным рабочим органом машин и механизмов для укрепления грунтов является фрезерно-смесительный барабан с большим количеством резцов. Вращаясь, против направления движения машины, он разрушает и измельчает материал дорожной одежды. При движении машины с вращающимся фрезерно-смесительным барабаном в его смесительную камеру впрыскивается вода, подаваемая из автоцистерны по гибкому шлангу. Количество воды точно дозируется насосом с микропроцессорным управлением, вращающийся барабан хорошо перемешивает ее с материалом, измельченным фрезерным барабаном, чтобы влажность получаемой смеси была оптимальна для ее уплотнения. Жидкие вяжущие, такие как цементно-водная суспензия или битумная эмульсия, отдельно друг от друга или в их комбинации могут быть также добавлены непосредственно в смесительную камеру таким же способом. Порошкообразные вяжущие, например, гашеная известь или цемент обычно распределяются перед ресайклером слоем, наносимым на поверхность существующей дороги. Ресайклер, фрезеруя существующую дорожную одежду вместе с порошковым вяжущим, за один проход перемешивает его с измельченным материалом и добавляемой водой.

Перед ресайклером на площадку выходит распределитель цемента, который в соответствии с заданной рецептурой рассыпает по поверхности заданное количество вяжущего. К ресайклеру подсоединяется водовоз из которого в смесительную камеру ресайклера поступает вода, количество которой автоматически дозируется для получения определенной влажности. После прохода ресайклера увлажненный грунт, перемешанный со стабилизатором, уплотняется катками, а затем поверхность профилируется грейдером и окончательно уплотняется. Технологический процесс от распределения цемента до окончательного уплотнения непрерывен. По окончании работ укрепленный грунт проверяется в лаборатории.

В результате проделанных операций глинистый грунт получает новые характеристики, значительно повышающие прочность, несущую способность, устойчивость к статическим и динамическим нагрузкам, сопротивление размыву и просадкам, значительно снижается морозное пучение. Такое основание может эффективно применяться на дорогах низших категорий и имеет значительные перспективы для дальнейшего развития.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ОДМ 218.3.076-2016 «Методические рекомендации по подбору стабилизаторов грунтов и грунтовых смесей для дорожного строительства».
2. ПНСТ 322-2019 «Дороги автомобильные общего пользования. Грунты стабилизированные и укрепленные неорганическими вяжущими. Технические условия».

СТАБИЛИЗИРУЮЩАЯ ДОБАВКА НА ОСНОВЕ ЦЕЛЛЮЛОЗЫ ДЛЯ ЩЕБЕНОЧНО-МАСТИЧНОГО АСФАЛЬТОБЕТОНА

О.В. Климова, Е.С. Буданова

Научный руководитель – **Е.С. Буданова**, ассистент

Ярославский государственный технический университет

Рассматриваются отличия стабилизирующих добавок для щебеночно-мастичного асфальтобетона и определение наиболее эффективного стабилизатора.

Ключевые слова: щебеночно-мастичный асфальтобетон, стабилизирующая добавка, целлюлозное волокно.

STABILIZING CELLULOSE-BASED ADDITIVE FOR STONE-MASTIC ASPHALT CONCRETE

O.V. Klimova, E.S. Budanova

Scientific Supervisor – **E.S. Budanova**, Assistant

Yaroslavl State Technical University

The differences of stabilizing additives for crushed stone-mastic asphalt concrete and the determination of the most effective stabilizer are considered.

Keywords: stone-mastic asphalt concrete, stabilizer, cellulose fiber.

Щебеночно-мастичный асфальтобетон – разновидность дорожного покрытия, разработанная в тысяча девятьсот шестидесятых годах в Федеративной Республике Германии, как один из эффективных способов борьбы дорожных служб с колееобразованием. Он является наиболее популярным материалом при устройстве покрытий дорог с высокой грузонапряженностью первой, второй и третьей категории, городских улиц с плотным трафиком и для трасс с высокой скоростью и транспортной нагрузкой. Также постепенно возрастает потребность в щебеночно-мастичном асфальтобетоне как в материале для укладки взлетно-посадочных полос на аэродромах.

Для ЩМА характерно высокое содержание щебня плотных горных пород, который образует каменный скелет, успешно сопротивляющийся деформациям. Типичный состав ЩМА включает 70–80 % щебня, 8–12 % наполнителя, 6–7 % связующего и 0,3–0,5 % волокна [1].

Главным отличием щебеночно - мастичного асфальтобетона от обычного является повышенное содержание битума (5,5...7,5 %). Эта особенность помогает избежать проникновения влаги в слой покрытия, тем самым повышая трещиностойкость, водо- и морозостойкость слоя и, как следствие, увеличивает срок эксплуатации покрытия автомобильной дороги.

Тем не менее производство, содержание, перевозка и укладка щебеночно-мастичного асфальтобетона происходит при больших температурах, поэтому необходимо предотвращать отслоение и стекание битума с граней щебня путем введения в состав ЩМА стабилизирующих добавок.

При изготовлении материалов на основе битумного вяжущего в их состав могут вводиться как минеральные волокна, например, базальтовое волокно или стекловолокно, так и природные – целлюлоза.

Первоначально при изготовлении щебеночно - мастичного асфальтобетона применяли в качестве стабилизаторов асбест (гранулы на основе природного волокнистого материала) и резину (эластичные резиновые частицы). Но в дальнейшем, анализируя экономические и экологические показатели применения данных добавок, было принято решение увеличить способы производства стабилизаторов. После проведения соответствующих испытаний была выявлена эффективность добавок полимерных, минеральных и целлюлозных волокон.

На сегодняшний день существуют несколько видов стабилизирующих добавок на основе целлюлозы. Они представлены в виде волокон или гранул. Первую группу представляет торговая марка TECHNOGEL со стабилизирующей добавкой в виде фибриллированного волокна.



Рис. 1. Внешний вид стабилизирующей добавки «TECHNOGEL» [3]

Во вторую группу входит три торговые марки. GENICEL изготавливают волокна, обработанные модифицирующей добавкой «SOBOSIT» и спрессованные в гранулы. Особое производство данных гранул из волокон позволяет равномерно распределяться битумной добавке в смеси.



Рис. 2. Внешний вид стабилизирующей добавки «GENICEL» [3]

TOPCEL выступают с длинно или мелковолокнистой массой, спрессованной в гранулы серого цвета.



Рис. 3. Внешний вид стабилизирующей добавки «TOPCEL» [3]

И наиболее популярная торговая марка VIATOP представляет цилиндрические гранулы, размером от двух до десяти миллиметров из мелковолокнистой целлюлозы, обработанной дорожным битумом.



Рис. 4. Внешний вид стабилизирующей добавки «VIATOP» [3]

Чаще всего в качестве стабилизирующей добавки примеряют целлюлозное волокно, а также специальные гранулы на его основе, являющиеся продуктом переработки растительного сырья. Они должны обязательно соответствовать требованиям нормативных документов. Применение прочих добавок, например, акриловых или минеральных волокон, резинового порошка или полимеров, следует осуществлять только после проведения технических испытаний по ГОСТ 12801-98 и по ТУ-5718.030.01393697-99.

Целлюлозное волокно должно иметь ленточную структуру нитей длиной от 0,1 мм до 2,0 мм. Волокно должно являться однородным и не

содержать пучков, скоплений нераздробленного материала и посторонних включений. По физико-механическим свойствам целлюлозное волокно должно соответствовать значениям, указанным в табл. 1 [2].

Таблица 1. Физико-механические свойства целлюлозного волокна

Наименование показателя	Значение показателя
Влажность, % по массе, не более	8,0
Термостойкость при температуре 220 °С по изменению массы при прогреве, %, не более	7,0
Содержание волокон длиной от 0,1 мм до 2,0 мм, %, не менее	80

В ходе теоретического изучения различных видов стабилизирующих добавок для щебеночно-мастичного асфальтобетона было выявлены преобладающая популярность и наибольшее склонение производителей ЩМА к стабилизатору на основе целлюлозы. Данные добавки отлично справляются со своей задачей предотвращать отслоение битума. Но для наиболее точного описания оптимального содержания волокон в щебеночно-мастичном асфальтобетоне необходимо провести лабораторные испытания: произвести несколько образцов с различным процентным содержанием добавки в смеси и выявить наиболее соответствующий нормам образец.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Щебеночно-мастичный асфальтобетон [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://ru.wikipedia.org/wiki/Щебеночно-мастичный_асфальтобетон
2. ГОСТ 31015-2002. Смеси асфальтобетонные и асфальтобетон щебеночно-мастичные. Технические условия.
3. *Костин В.И.* Щебеночно-мастичный асфальтобетон для дорожных покрытий. Учебное пособие по курсу «Новые технологии в дорожном строительстве» для студентов специальности 270205 – «Автомобильные дороги и аэродромы» и слушателей системы дополнительного профессионального образования. Н. Новгород: Изд-во ННГАСУ, 2009. 65 с.

ОРГАНИЗАЦИЯ ПАРКОВОЧНОГО ПРОСТРАНСТВА УЛИЧНО-ДОРОЖНОЙ СЕТИ

А.Н. Шумилова, Е.С. Буданова

Научный руководитель – **Е.С. Буданова**, ассистент

Ярославский государственный технический университет

Приведён краткий обзор проблемы и методов организации парковочного пространства на улично-дорожной сети.

Ключевые слова: парковочное пространство, улично-дорожная сеть, интенсивность движения, проезжая часть, заездной карман.

ORGANIZATION OF PARKING SPACE OF A STREET-ROAD NETWORK

A.N. Shumilova, E.S. Budanova

Scientific Supervisor – **E.S. Budanova**, Assistant

Yaroslavl State Technical University

A brief overview of the problems and methods of organizing parking space on the road network is provided.

Keywords: parking space, road network, traffic intensity, roadway, access pocket.

С каждым годом уровень автомобилизации населения постоянно растёт. В Ярославской области за период с 2010 года по 2019 год число автомобилей на 1000 человек населения увеличилось с 184,1 до 269,8 [1]. Улично-дорожные сети, находящиеся в исторических и деловых центрах города, где находятся основные объекты тяготения населения, такие как торговые центры, офисы, культурные учреждения, памятники, не справляются с большой интенсивностью движения, также складывается сложная ситуация с паркованием автомобилей. Многие автовладельцы не только стремятся добраться до работы на личном транспорте, но и припарковать его непосредственно возле места работы. Но большинство объектов массового посещения строятся с недостаточным количеством парковочных мест, что увеличивает дефицит парковочного пространства. Поэтому водители оставляют свои автомобили на крайней правой полосе проезжей

части, тем самым затрудняют движение другим автомобилям, общественному транспорту и экстренным службам. Припаркованные вдоль проезжей части транспортные средства вынуждают других водителей менять траекторию движения и снижать скорость. Также они ухудшают условия видимости, создают помехи для маршрутных транспортных средств, движущихся к намеченным местам остановки, а иногда вынуждают осуществлять посадку и высадку пассажиров непосредственно на проезжей части. При этом, остановившееся маршрутное транспортное средство, блокирует полосу движения, создавая затор. Кроме того, затрудняется механизированная уборка дорожного покрытия. Все перечисленные проблемы ведут к снижению пропускной способности улично-дорожной сети города.

Крайняя правая полоса проезжей части в большинстве случаев не оборудована для парковки, так как горизонтальная разметка нанесена без учета припаркованных автомобилей, также отсутствуют дорожные знаки.

Решением данной проблемы будет грамотная реорганизация парковочного пространства. Рассмотрим несколько вариантов схем организации проезжей части.

В большинстве случаев центральная часть городов представляет собой тесную застройку на улично-дорожной сети с узкой проезжей частью, без возможности ее уширения. На таких улицах парковка осуществляется хаотично на обоих краях проезжей части, что затрудняет движение других транспортных средств. На таких улицах целесообразно устраивать одностороннее движение с организацией полосы для парковки при наличии смежной улицы, на которой будет устроено движение в обратном направлении. Такой способ обеспечивает свободное движение транспортных средств, создание организованной полосы для парковки, обозначенной знаком 6.4 «Парковка» и горизонтальной разметкой, исключает конфликтные ситуации, возникающие между автомобилями, движущимися в противоположных направлениях. При достаточной ширине проезжей части, парковку можно организовать не только вдоль края проезжей части, а также под углом к ней. Такой способ позволит использовать площадь дороги более рационально, увеличив количество парковочных мест.

Также существуют другие способы организации проезжей части.

Если по данному участку дороги отсутствует движение общественного транспорта, решением проблемы будет организация упорядоченного парковочного пространства по правому краю проезжей части. При ширине проезжей части больше или равной 6,5 м рационально организовать полосу движения с минимальной шириной 4 м и установить знак 3.27 «Остановка запрещена», а по правому краю проезжей части устроить полосу для парковки шириной 2,5 м. С помощью линий разметки намечаются полосы под углом 90° к оси дороги через каждые 7,5 м и устанавливается знак 6.4

«Парковка». Таким образом, за счет упорядоченного расположения припаркованных автомобилей только с одной стороны, движение станет свободнее, увеличится скорость потока. Схема реорганизации проезжей части показана на рис. 1. Черными линиями изображены границы и разметка первоначального вида участка дорожной сети, красными – после реорганизации [2].

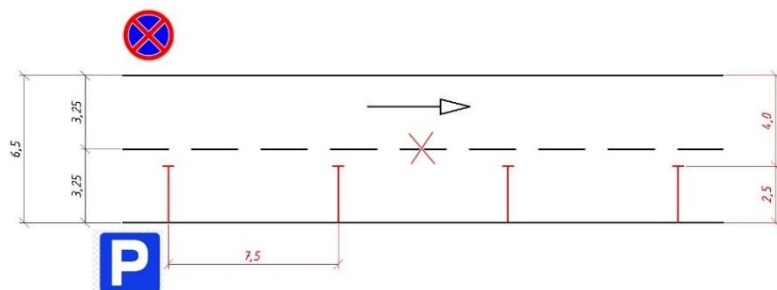


Рис. 1. Схема реорганизации проезжей части с односторонним движением

На дорогах с двухсторонним движением зачастую крайние полосы в обоих направлениях занимают припаркованные автомобили, то есть эти полосы практически не используются для движения. Тогда при ширине проезжей части больше или равной 8,5 м и при отсутствии движения общественного транспорта целесообразно организовать по одной полосе для движения в каждом направлении с минимальной шириной 3 м и полосу для парковки шириной 2,5 м. Схема реорганизации проезжей части изображена на рис. 2 [2].

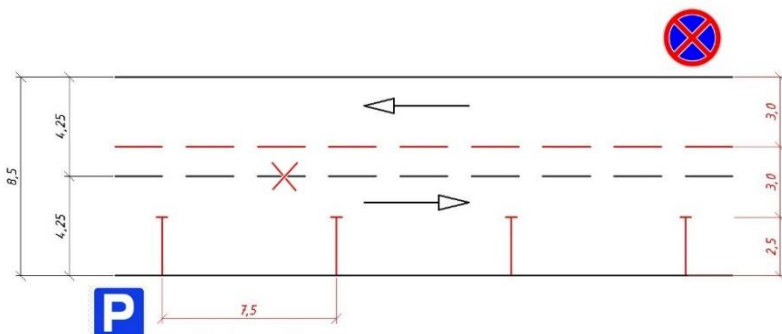


Рис. 2. Схема реорганизации проезжей части с двухсторонним движением при отсутствии движения общественного транспорта

При ширине проезжей части больше или равной 9,5 м и при наличии движения общественного транспорта проезжая часть организовывается

следующим образом: устраивают по одной полосе для движения в каждом направлении с минимальной шириной 3,5 м и полосу для парковки шириной 2,5 м. Схема реорганизации проезжей части представлена на рис. 3 [2].

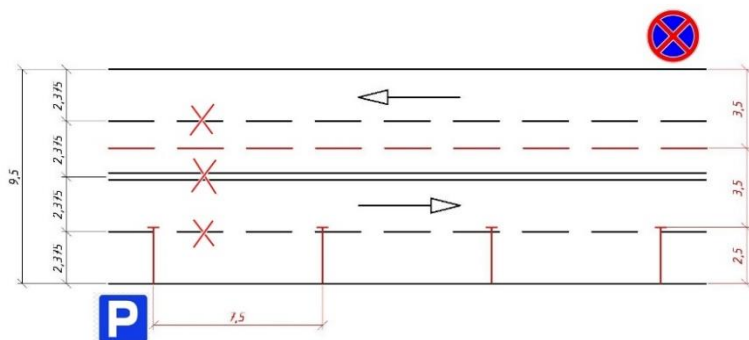


Рис. 3. Размещение парковки на проезжей части с двухсторонним движением при наличии движения общественного транспорта

Если ширина проезжей части меньше указанных значений, то рассматривается возможность размещения парковки полностью на тротуаре либо с частичным заездом на тротуар.

Для размещения парковки полностью на тротуаре или с частичным заездом на тротуар необходимо, чтобы высота бортового камня была не более 12 см, иначе такой способ размещения парковки будет невозможен. Также, необходимо, чтобы ширина тротуара, включая минимальную ширину полосы для парковки была больше или равна: 4 м на дорогах местного значения, в производственных и коммунально-складских зонах; 4,75 м на дорогах местного значения в жилой застройке; 5,5 м на магистральных дорогах районного значения и общегородского значения II класса; 7 м на магистральных дорогах общегородского значения I класса [2].

Еще одним решением для организации парковки будет устройство заездных карманов за счет тротуаров и газонов, с последующей компенсацией, при ширине тротуара, достаточной для пропуска пешеходов. В этом случае устраивается заездной карман с минимальной шириной 2,5 м, понижается уровень бортового края, а по краю парковки устанавливается ограждение, исключая заезд автомобилей на пешеходную часть тротуара. Типовая схема организации парковки с заездным карманом показана на рис. 4 [2].

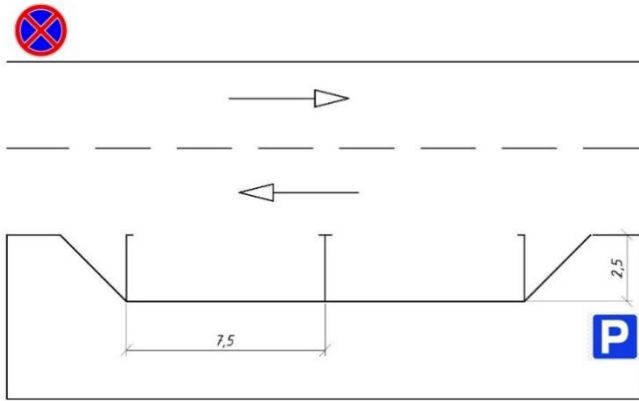


Рис. 4. Типовая схема организации парковки с заездным карманом

Также возможно устройство заездного кармана с частичным размещением на тротуаре. Такое решение подходит в том случае, если ширина тротуара не достаточна для полного размещения кармана и минимальной ширины для пропуска пешеходных потоков. Типовая схема устройства парковки представлена на рис. 5.

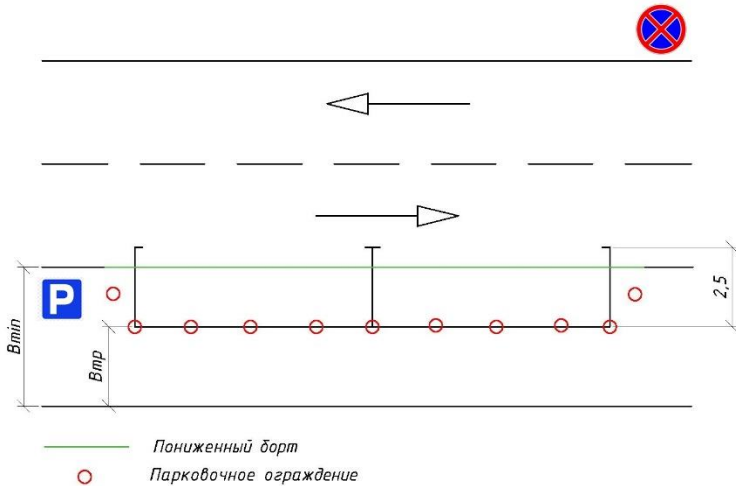


Рис. 5. Типовая схема устройства парковки с частичным заездом на тротуар

Таким образом, выше перечисленные мероприятия помогут улучшить обстановку на улично-дорожной сети и сделать движение более комфортным. Создание организованных мест для парковки вдоль проезжей

части создаст удобства для водителей и исключит беспорядочное паркование транспортных средств, зачастую приводящее к заторам. Городское пространство будет использоваться более рационально, а движение на улицах станет организованней.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Число собственных легковых автомобилей по субъектам Российской Федерации на 1000 человек населения [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.gks.ru>
2. Методические рекомендации по разработке и реализации мероприятий по организации дорожного движения [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.mintrans.ru/documents/10/9518>
3. Прибордюрные парковки на улично-дорожной сети / Н.Э. Менькова, С.Г. Артемова, С.В. Алексиков, В.Д. Искричева. 2017.

ОРГАНИЗАЦИЯ ВЕЛОДВИЖЕНИЯ НА УЛИЧНО-ДОРОЖНОЙ СЕТИ ГОРОДА

А.А. Яблокова, Е.С. Буданова

Научный руководитель – **Е.С. Буданова**, ассистент

Ярославский государственный технический университет

Рассматривается организация и устройство велосипедных дорожек.

Ключевые слова: Велосипедные дорожки, велосипед.

ORGANIZATION OF BICYCLE TRAFFIC ON THE CITY'S ROAD NETWORK

A.A. Yablokova, E.S. Budanova

Scientific Supervisor – **E.S. Budanova**, Assistant

Yaroslavl State Technical University

The organization and arrangement of Bicycle paths is considered.

Keywords: Bicycle paths, Bicycle.

Велосипед – один из видов транспорта, набирающий все большую популярность в наше время. Люди переходят на велосипеды по многим факторам: это и экология, и здоровый образ жизни, и главное в условиях пробок это наиболее быстрый вид транспорта. Тем более, с развитием новых технологий велосипед и другие средства передвижения постоянно обновляются и совершенствуются. Уже сейчас стали появляться на улицах городов велосипеды с электроприводом, позволяющие с минимальной затратой сил оказаться в другой части города за довольно малый промежуток времени. Появились новые удобные и в то же время компактные электросамокаты. Каждый год придумывают и изобретают все новые и интересные средства передвижения по городу.

При повышении интереса к такому виду транспорта, нужно не забывать про безопасность их передвижения. Например, выделять пространство для велодорожек. Во многих городах Российской Федерации они уже встречаются, правда, находятся в парковых зонах или на набережных, а следовательно, они предусмотрены скорее не для велосипеда – как одного

из средств передвижения; а для спортивно-развлекательных целей. То есть те велодорожки, которые мы привыкли видеть, не удовлетворяют требованиям безопасности или отсутствуют вовсе, поэтому многие не используют велосипед как постоянное средство передвижения, так как это небезопасно.

В правилах дорожного движения прописано, что велосипедист должен передвигаться по краю проезжей части. Учитывая высокую скорость передвижения, плотность и неоднородность транспортного потока, а также незнание велосипедистами правил дорожного движения, велосипедист на дороге подвергается риску. Некоторые велосипедисты выбирают другой путь и едут по тротуарам, но они также подвергает риску других участников движения – пешеходов. Именно поэтому очень важной задачей стоит сейчас создать отдельную инфраструктуру для велосипедистов, чтобы они не пересекались ни с автомобилями, ни с пешеходами.

В нашей стране сейчас нет своих схем и способа проектирования велодорожек на улицах города. Стоит обратить внимание на опыт разных стран и учесть его. Во многих из них велоинфраструктура уже очень развита, и разработано множество решений её организации.

Существует несколько способов организации движения велосипедов:

1 Велосипедная дорожка представляет собой конструктивно отделенный от проезжей части и тротуара элемент дороги (либо отдельная дорога), предназначенный для движения велосипедистов и обозначенный знаком [1], изображённым на рис. 1.



Рис. 1. Дорожный знак «Велосипедная дорожка или полоса» [2]

2 Полоса для велосипедистов – это полоса проезжей части, предназначенная для движения на велосипедах и мопедах, отделенная от остальной проезжей части горизонтальной разметкой и обозначенная знаком в сочетании с табличкой, расположенными над полосой [1].

3 Пешеходная и велосипедная дорожка (велопешеходная дорожка) – это конструктивно отделенный от проезжей части элемент дороги (либо отдельная дорога), предназначенный для раздельного или совместного с пешеходами движения велосипедистов и обозначенный знаками, [1] изображёнными на рис. 2.

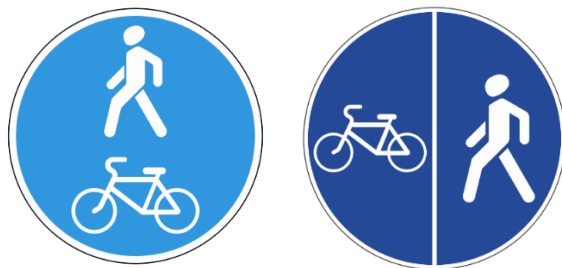


Рис. 2. Дорожный знак «Пешеходная и велосипедная дорожка с совмещенным движением» и «Пешеходная и велосипедная дорожка с разделением движения» [2]

В настоящее время определение места расположения и проектирование велодорожек носит, больше, индивидуальный характер. Где-то большое количество пешеходов, и, например, малое количество машин, там возможно расположить дорожку на проезжей части. Но при этом обязательно выделить её разметкой и знаком. В европейских странах, полосу устраивают другого цвета, отличного от основного покрытия.

В другом случае при большом транспортном потоке, сложно будет обустроить дорожку на проезжей части и её можно разместить на тротуаре. Также предусмотрев безопасность пешеходов.

Интересным решением для повышения безопасности движения является оснащение велодорожек системой навигационной подсветки, которая в темное время суток и при неблагоприятных погодных условиях позволит велосипедистам, а также водителям и пешеходам заметить их, и безопасно передвигаться.

Также велодорожку можно обособить от основного транспортного потока при помощи дорожных ограждений, в том числе посредством бордюра. Это в какой-то степени обезопасит велосипедиста от наезда на него машин. Но в то же время при зимнем содержании могут появиться некоторые затруднения с уборкой снега.

Также нужно предусмотреть обустройство велопарковок. Особенно в местах массового тяготения людей. Разработано множество видов данных парковок, которые также могут придать эстетический вид данному участку.

Помимо обустройства самой велодорожки нужно также регулировать движение, особенно на перекрестках, где пересекаются потоки машин и пешеходов. Данные разработки носят тоже индивидуальный характер проектирования. Нужно учитывать и интенсивность движения, возможность совмещения велосипедистов с потоком машин или пешеходов, или выделять для велосипедистов свой отдельный светофор.

Одно из интересных решений данной задачи – организовать перед перекрестком остановочное пространство для велосипедистов, которое составляет обычно от 3 до 5 метров. Светофор для велосипедов включают на несколько секунд раньше, чем для машин, чтобы велосипедист успел набрать скорость и перестроиться в нужную полосу. Пример организации такого перекрестка приведен на рис. 3.



Рис. 3. Зона остановки для велосипедистов на перекрёстке [3]

Таким образом, на основании проведенного анализа можно сделать следующие выводы:

- Велодорожки имеют большую перспективу в развитии уже сейчас, так как поток велосипедистов растет с каждым годом все больше. Нашей стране стоит уже давно задуматься о данной проблеме и взять пример с европейских стран, где велоинфраструктура развита.

- Необходимо разрабатывать меры по обеспечению безопасного и комфортного движения велосипедистов в рамках уже сложившейся улично-дорожной сети городов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Альбом конструктивных элементов обустройства велотранспортной инфраструктуры [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://transport.mos.ru/common/upload/public/file/albom_velo.pdf
2. ГОСТ Р 52290–2004 «Технические средства организации дорожного движения. Знаки дорожные. Общие технические требования»
3. Livejournal [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://varlamov.ru/1410076.html>

ПОДБОР СОСТАВА СМЕСИ ПРИ ХОЛОДНОМ РЕСАЙКЛИНГЕ

Л.А. Артемьева, В.М. Дудин

Научный руководитель – **В.М. Дудин**, канд. техн. наук, доцент

Ярославский государственный технический университет

Приводится описание технологии холодного ресайклинга, зависимость прочности смеси от состава

Ключевые слова: *холодный ресайклинг, цемент, дорожно-строительные материалы.*

SELECTION OF MIXTURE COMPOSITION DURING COLD RESYCLING

L.A. Artemieva, V.M. Dudin

Scientific Supervisor - **V.M. Dudin**, Candidate of Technical Sciences,
Associate Professor

Yaroslavl State Technical University

The description of the technology of cold recycling, the dependence of the strength of the mixture on the composition.

Keywords: *cold recycling, cement, road materials.*

При эксплуатации дороги происходит снижение прочности дорожной одежды, ухудшение ровности и сплошности покрытия. Традиционно ремонт покрытия проводят различными способами поверхностной обработки, выравниванием асфальтобетонной смесью и устройством дополнительного слоя износа.

Постоянно растущая интенсивность движения по автодорогам общего пользования, увеличение нагрузок на ось требуют повышения несущей способности дорожной одежды эксплуатируемых дорог, что достигается при реконструкции или капитальном ремонте автомобильных дорог.

Приступая к капитальному ремонту дорожной одежды, готовят земляное полотно, на которое будет осуществлена укладка конструктивных слоев. Подготовка земляного полотна включает:

- фрезерование существующего покрытия дорожной одежды;
- устройство насыпей и выработка выемок;
- уплотнение отсыпанного слоя.

Если грунт земляного полотна имеет невысокий модуль упругости, производят его укрепление минеральными материалами (гравий, шлак, крупнозернистый песок и др.). Это выполняют после планировки земляного полотна, но перед проведением работ по доуплотнению. Материал разравнивают автогрейдером, после уплотняют тяжелыми катками с металлическими вальцами, которые частично вдавливают скелетный минеральный материал в грунт.

Дорожная одежда совместно с дополнительными элементами (обочины, укрепительные или краевые, разделительные и другие полосы) образуют дорожное полотно, ширину которого измеряют между бровками дороги в законченном виде.

В настоящее время в области дорожного строительства наряду с традиционными методами ремонта, реконструкции и усиления автомобильных дорог появились принципиально новые технологии, отвечающие последним требованиям все возрастающей интенсивности дорожного движения, основанные на последних достижениях науки и техники.

Одна из подобных технологий, которая наиболее полно отвечает предъявляемым требованиям к реконструкции, ремонту и условиям эксплуатации автомобильных дорог является «Метод холодной регенерации» (ресайклинг).

Суть данной технологии заключается в измельчении и перемешивании существующего асфальтобетонного покрытия и слоя нижележащего материала с добавлением связующих материалов с целью получения прочного, однородного дорожного основания – асфальтогранулобетона. На это основание впоследствии укладывается новое асфальтобетонное покрытие. В итоге получается новая дорога с улучшенными физико-механическими характеристиками.

Главная задача решается при помощи высокотехнологичной техники – ресайклера. Системы тонкой настройки ресайклера позволяют достигать высокого качества смешивания компонентов в правильной пропорции, что является залогом качественной реализации регенерации.

Различают две технологии холодного ресайклинга: на «месте» и на «заводе». Ресайклинг на «заводе» позволяет получить более оптимальный состав смеси для получения асфальтогранулобетона.

Согласно рекомендациям [2] для проектирования наиболее рационального состава АГБ-смеси необходимо использовать подход «проектирования» асфальтобетонных смесей. Для этого производится определение гранулометрического состава асфальтогранулята, примерный тип асфаль-

тобетонной смеси после пробного ресайклинга и производится его сравнение с рекомендуемым по ПНСТ 184-2016. После чего строится график ситового анализа и наносится на график зернового состава по ПНСТ для фрезеруемого слоя. После чего производится определение процентного содержания недостающих фракций. Такой подход проектирования возможен при смешивании компонентов ресайклированного слоя только по технологии на «заводе», который может быть размещён в непосредственной близости от места ремонта.

Таблица 1. Ситовый анализ асфальтогранулята

Размер сита, мм	Масса, г	Остаток, %	Прошло через сито, %
16,0	2455	44,7	55,3
11,2	1295	23,5	31,8
4,0	625	11,3	20,5
2,0	1030	19,0	1,5
0,125-0,063	85	1,5	0
Всего	5490	100	-

Таблица 2. Промежуточные результаты испытания образцов асфальтогранулобетона

№ образца	Содержание воды, %	Содержание цемента марки ЦЕМ I 42,5Н, %	Выдержка по времени, сут.	Предел прочности на сжатие, МПа
1	2	2	1	0,81
2	2	2	1	1,56
3	2	2	1	1,71
4	2	2	7	1,97
5	2	2	7	1,76
6	2	2	7	1,94
7	2	4	1	1,26
8	2	4	1	1,38
9	2	4	1	1,34
10	2	4	7	1,80
11	2	4	7	2,02
12	2	4	7	2,02
13	2	6	1	1,01
14	2	6	1	2,04
15	2	6	1	1,21
16	2	6	7	3,48
17	2	6	7	2,96
18	2	6	7	3,20

Результаты испытаний представлены на графиках зависимости предела прочности на сжатие от содержания цемента в ресайклируемом слое через 1 сутки (рис. 1) и через 7 суток (рис. 2).

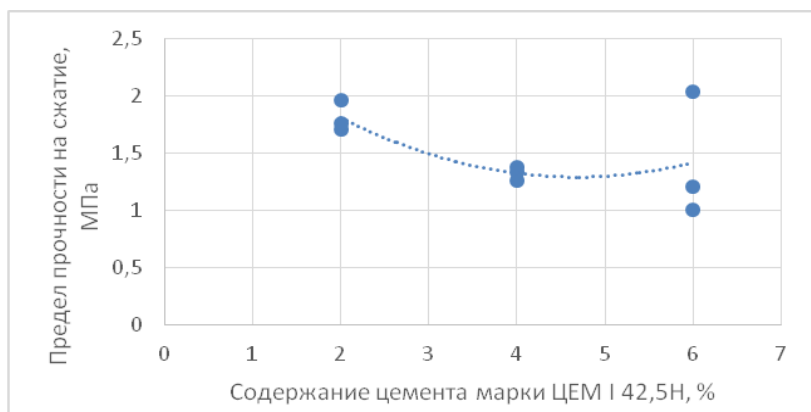


Рис. 1. График зависимости предела прочности на сжатие от содержания цемента в ресайклируемом слое через 1 сутки

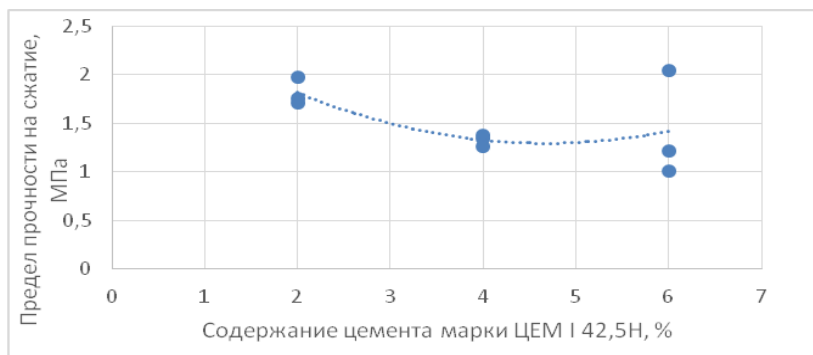


Рис. 2. График зависимости предела прочности на сжатие от содержания цемента в ресайклируемом слое через 7 суток

После проведения испытаний согласно ПНСТ 184-2016 при использовании идентичного оборудования для прессования и формования образцов, последовательности действий, времени выдержки и условий хранения были получены результаты, которые сравнивались с результатами аналогичных испытаний, но проведенных согласно требованиям ГОСТ 9128-2013.

Образцы, изготовленные по ГОСТ, имеют существенно больший предел прочности на сжатие, чем образцы по ПНСТ.

По сравнению с действующим ГОСТ 9128 в ПНСТ 184 кардинально изменена классификация продукта. Отменена классификация по содержанию щебня (гравия) в асфальтобетонной смеси, по виду минеральной составляющей, по вязкости используемого битума и температуре при укладке смеси, а также по величине остаточной пористости асфальтобетона.

Но понять реологическую структуру и спрогнозировать работоспособность асфальтобетона в конкретных условиях эксплуатации на основе показателей ПНСТ 184-2019 и соответствующих методов испытаний пока достаточно затруднительно. Поэтому требуются дальнейшие исследования на теоретических и экспериментальных моделях процесса холодного ресайклинга.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Евстегнеева В.Н.* Ремонт и реконструкция асфальтобетонных покрытий методом холодного ресайклинга [Электронный ресурс] / В.Н. Евстегнеева, В.Г. Степанец // Молодой ученый. 2017. № 38. С. 21-28. Режим доступа: <https://moluch.ru/archive/172/45732/>.
2. Wirtgen Технология холодного ресайклинга. [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://media.wirtgen-group.com/media/02_wirtgen/infomaterial_1/kaltrecycler/kaltrecycling_technologie/kaltrecycling_handbuch/___RU.pdf (дата обращения: 11.02.2019).
3. ГОСТ 12801-98 Материалы на основе органических вяжущих для дорожного и аэродромного строительства. Методы испытаний.
4. ПНСТ 184-2019 Дороги автомобильные общего пользования. Смеси асфальтобетонные дорожные и асфальтобетон. Технические условия.
4. *Дудин В.М.* Стабилизация грунтов при строительстве автомобильных дорог [Текст]: монография / В.М. Дудин, А.А. Игнатьев. Ярославль: Издат. дом ЯГТУ, 2016.

УДК 693.78

ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОЕ СРАВНЕНИЕ СПОСОБОВ РЕМОНТА АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ

В.Ю. Вербин, В.М. Дудин

Научный руководитель – **В.М. Дудин**, канд. техн. наук, доцент

Ярославский государственный технический университет

Рассмотрены способы ремонта автомобильных дорог. Проведен технико-экономический сравнительный анализ традиционного способа ремонта и метода холодного ресайклинга.

Ключевые слова: *холодный ресайклинг, способы ремонта автомобильной дороги, традиционный способ.*

TECHNICAL AND ECONOMIC COMPARISON OF ROAD REPAIR METHODS

V.Yu. Verbin, V.M. Dudin

Scientific Supervisor – **V.M. Dudin**, Candidate of Technical Sciences,
Associate Professor

Yaroslavl State Technical University

Methods of repairing roads are considered. Conducted technical and economic comparative analysis of the traditional repair method and the method of cold recycling.

Keywords: *cold recycling, ways to repair the road, traditional way.*

Постоянно возрастающая интенсивность движения по автомобильным дорогам общего пользования, а также увеличение в два раза нагрузок на ось требуют увеличения несущей способности дорожной одежды существующих дорог.

В настоящее время в области дорожного строительства наряду с традиционными методами ремонта, реконструкции и усиления автомобильных дорог появились принципиально новые технологии, отвечающие последним требованиям все возрастающей интенсивности дорожного движения, основанные на последних достижениях науки и техники. Одной из таких технологий является холодный ресайклинг.

Данная технология перспективна и способна заменить традиционный способ ремонта, имея множество неоспоримых преимуществ с точки зрения получаемого результата.

В данном исследовании рассмотрены 2 конструктивных способа ремонта автомобильных дорог:

1. Традиционный способ. Данная технология ремонта подразумевает полную разборку конструкции дорожной одежды с применением экскаваторов, с послойным устройством новых конструктивных слоев.

2. Холодный ресайклинг на месте. Данная технология ремонта подразумевает повторное использование материала существующей дорожной одежды. В процессе производства работ, происходит фрезерование существующего покрытия, с захватом части основания, с внесением добавок в виде минерального или органического вяжущего (или комплексного вяжущего) и укладкой данной смеси.

Для технико-экономического сравнения выбранных способов ремонта приняты следующие критерии оценки: стоимость ремонта, продолжительность производства работ, необходимое количество единиц техники, необходимость применения специальной техники.

Проведем анализ данных способов ремонта на примере автомобильной дороги IV категории Рыбинск-Глебово в Рыбинском муниципальном районе Ярославской области протяженностью 18,199 км шириной 6,0 м.

Конструкция существующей дорожной одежды:

- асфальтобетон – 0,15 м;
- щебень фракции 10-30 мм с примесью песка – 0,25 м;
- песок мелкий – 0,8 м.

Традиционный способ ремонта.

Данный способ ремонта автомобильной дороги заключается в разборке существующей конструкции дорожной одежды с вывозом старых материалов, доставкой новых и устройством новых конструктивных слоев.

Ремонт рассматриваемой дороги в рамках данной технологии будет осуществлен в соответствии со следующим перечнем работ:

1. Фрезерование существующей дорожной одежды фрезой W 220 с шириной фрезерования 2200мм средней толщиной 0,15м с погрузкой в автосамосвалы КамАЗ-6520 и транспортировкой на расстояние до 30 км.

2. Разборка существующего слоя основания из щебня фр. 10-30мм с использованием экскаватора гусеничного ЕТ-14 емкостью ковша 0,65 м³ с погрузкой в автосамосвалы КамАЗ-6520 и транспортировкой на расстояние до 30 км.

3. Устройство нового слоя основания из щебня М800 фр. 40-70 мм с заклинкой фр. 5-20 мм толщ. 0,35 м (с доставкой материала автосамосвалами КамАЗ-6520 на расстояние 30 км).

4. Устройство нижнего слоя покрытия из горячего пористого мелкозернистого асфальтобетона марки П толщ.0,06 м с предварительным розливом битумной эмульсии ЭБК-1 из расчета 0,8 л/м² и транспортировкой битума и асфальтобетонной смеси на расстояние 30 км.

5. Устройство верхнего слоя покрытия из щебеночно-мастичной смеси ЦМА-20 на ПБВ 60, толщиной 0,04 м с предварительным розливом битумной эмульсии ЭБК-1 из расчета 0,3 л/м² и транспортировкой битума и щебеночно-мастичной смеси на расстояние 30 км.

Объем работ и прямые затраты для данного способа производства работ приведен в табл. 1.

Таблица 1. Технологические операции и прямые затраты на ремонт автомобильной дороги традиционным способом

№ п/п	Вид работ	Ед. изм	Объем	Цена за ед., тыс. руб	Стоимость, тыс.руб
1	Фрезерование сущ. дорожной одежды	м ²	109194	0,115	12 515,22
2	Разборка слоя основания из щебня	м ³	40447	0,314	12 684,20
3	Устройство нового слоя основания из щебня	м ²	115564	0,547	63 156,19
4	Устройство нижнего слоя покрытия	м ²	109194	0,628	68 521,94
5	Устройство верхнего слоя покрытия	м ²	109194	0,864	94 330,20
Итого:					251 207,75

Примечание: в прямые затраты по устройству конструктивных слоев входят средства на оплату труда рабочим и машинистам, эксплуатацию машин и механизмов, затраты на материалы и их доставку.

Холодный ресайклинг.

Данный способ ремонта автомобильной дороги заключается в фрезеровании существующей дорожной одежды в 2 прохода: первый проход – дробление и перемешивание существующей дорожной одежды, второй проход – внесение новых вяжущих и перемешивание асфальтогранулобетонной смеси. После первого прохода производится прикатка легкими катками и профилирование смеси с целью придания основанию проектных уклонов. После второго прохода ресайклера производится окончательная укатка смеси тяжелыми катками.

Ремонт рассматриваемой дороги в рамках данной технологии будет осуществлен в соответствии со следующим перечнем работ:

1. Дробление существующей дорожной одежды с помощью ресайклера WR-2500 на глубину 0,25м (первый проход ресайклера осуществляется без занесения добавок), прикатка смеси легкими катками Intersoll-Rend DD-74, профилирование существующей взрыхленной поверхности с перемещением материала до 50м автогрейдером ДЗ-98 и регенерация дорожного полотна на глубину 0,25 м с добавлением: цемента М400 (1,5%) и битумной эмульсии ЭБК-3 (4%) и уплотнением тяжелыми дорожными катками Caterpillar PS-300В.

2. Устройство нижнего слоя покрытия из горячего пористого мелкозернистого асфальтобетона марки П толщ.0,05м с предварительным розливом битумной эмульсии ЭБК-1 из расчета 0,8 л/м² и транспортировкой битума и асфальтобетонной смеси на расстояние 30 км.

3. Устройство верхнего слоя покрытия из щебеночно-мастичной смеси ЦМА-20 на ПБВ 60, толщиной 0,04 м с предварительным розливом битумной эмульсии ЭБК-1 из расчета 0,3 л/м² и транспортировкой битума и щебеночно-мастичной смеси на расстояние 30 км.

Объем работ и прямые затраты для данного способа производства работ приведен в табл. 2.

Таблица 2. Технологические операции и прямые затраты на ремонт автомобильной дороги методом холодного ресайклинга

№ п/п	Вид работ	Ед. изм.	Объем	Цена за ед., тыс. руб.	Стоимость, тыс. руб.
1	Фрезерование и перемешивание материала основания ресайклером	м ²	109194	0,794	86 666,52
2	Устройство нижнего слоя покрытия	м ²	109194	0,532	58 137,01
3	Устройство верхнего слоя покрытия	м ²	109194	0,864	94 330,20
Итого:					239 133,72

Примечание: в прямые затраты по устройству конструктивных слоев входят средства на оплату труда рабочим и машинистам, эксплуатацию машин и механизмов, затраты на материалы и их доставку.

Анализ полученных результатов

Исходя из полученных результатов расчета прямых затрат и времени реализации вариантов ремонта автомобильной дороги, были построены графики (рис. 1, 2, 3).

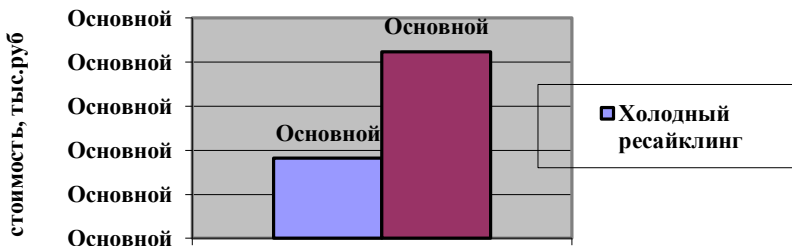


Рис. 1. Сравнение прямых затрат на ремонт автомобильной дороги

На основании графика на рис. 1 можно сделать следующие выводы: самым экономически выгодным по прямым затратам является метод холодного ресайклинга (239133,72 тыс. руб.), который позволяет сэкономить до 5% от стоимости ремонта, относительно традиционного способа (251207,75 тыс. руб.), при этом прочностные характеристики регенерированного основания выше – 397,6 МПа против 366,3 МПа у традиционного способа. Данная экономия обуславливается уменьшением затрат на транспортировку материалов, уменьшением количества технологических процессов.

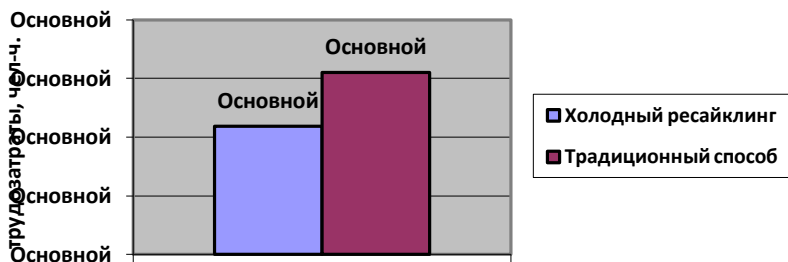


Рис. 2. Сравнение трудозатрат рабочих на ремонт автомобильной дороги

Самым быстрым способом (рис. 2, 3) также является холодный ресайклинг. Это в первую очередь связано с уменьшением количества технологических операций, а также с высокой производительностью самих ресайклеров.

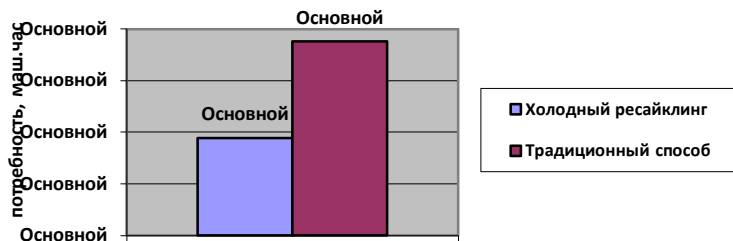


Рис. 3. Сравнение потребностей ресурсов строительных машин на ремонт автомобильной дороги

Еще одним важным критерием является то, что ресайклинг позволяет уменьшить количество требуемой техники на строительной площадке, такой как экскаваторы одноковшовые, бульдозеры, холодные фрезы и распределители каменной мелочи.

С другой стороны, без специальной техники – самоходного ресайклера, данные работы не произвести.

Заключение.

Таким образом, технология холодного ресайклинга позволяет сэкономить не только на стоимости строительных работ, но и получить высококачественное основание для ремонтируемой дороги, которое будет иметь улучшенные прочностные характеристики, и при этом позволит произвести ремонтные работы в более сжатые сроки, благодаря уменьшению количества технологических операций и большой производительности ресайклеров, а также полностью использовать материалы старой дорожной одежды с внесением минимального количества новых минеральных материалов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Wirtgen. Технология холодного ресайклинга / Wirtgen GmbH 1. 2012. 370 с.
2. Wirtgen Group Holding [Электронный ресурс] / Wirtgen W250 Режим доступа: <https://www.wirtgen.de/en/products/cold-milling-machines/large-milling-machines/w250.php> (дата последнего обращения: 09.03.2020).
3. Методические рекомендации по восстановлению асфальтобетонных покрытий и оснований автомобильных дорог способами холодной регенерации / Министерство транспорта РФ государственная служба дорожного хозяйства (Росавтодор). М., 2012. 58 с.

**ОЦЕНКА ПРИГОДНОСТИ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ
РЕГЕНЕРИРОВАННОГО АСФАЛЬТОБЕТОННОГО
ПОКРЫТИЯ ИЗ ЩЕБЁНОЧНО-МАСТИЧНОГО
АСФАЛЬТОБЕТОНА ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ РЕМОНТНЫХ
РАБОТ АВТОДОРОЖНЫХ ПОКРЫТИЙ**

Н.А. Красилов, Е.В. Данилин, В.М. Дудин

Научный руководитель – **В.М. Дудин**, канд. техн. наук, доцент

Ярославский государственный технический университет

В статье проводятся испытания регенерированного слоя асфальтобетонной смеси на основании ЩМА для подбора оптимального состава асфальтобетона с целью повышения эксплуатационных характеристик смеси.

Ключевые слова: регенерация асфальтобетона, оптимальный состав, испытываемые образцы, щебёночно-мастичный асфальтобетон, температурный режим.

**THE ASSESSMENT OF THE SUITABILITY OF MATERIALS
BASED ON RECYCLED ASPHALT PAVEMENT STONE
MASTIC ASPHALT CONCRETE FOR REPAIR WORK
OF ROAD COATINGS**

N.A. Krasilov, E.V. Danilin, V.M. Dudin

Scientific Supervisor – **V.M. Dudin**, Candidate of Technical Sciences,
Associate Professor

Yaroslavl State Technical University

Tests of the regenerated layer of asphalt concrete mix for selection of optimum structure of asphalt concrete, for the purpose of increase of operational characteristics of a mix are carried out.

Keywords: regeneration of asphalt concrete, optimal composition, test samples, crushed stone-mastic asphalt concrete, temperature regime.

В настоящее время в России основными дефектами на автомобильных дорогах являются недостаточная прочность дорожной одежды и неровность

дорожного покрытия. Несмотря на многочисленные усилия дорожно-строительных и эксплуатационных организаций, состояние дорожной сети во многих регионах России продолжает ухудшаться.

Последним достижением в области ремонта дорожных покрытий нежесткого типа является технология регенерации, позволяющая эффективно повторно использовать материалы старого дорожного полотна [1, 2, 3]. Повторное использование асфальтобетонного материала позволяет снижать материалоемкость дорожно-ремонтных работ и работ, связанных с укладкой дорожных покрытий [4, 5]. Регенерированная асфальтобетонная смесь помимо устройства слоев дорожного покрытия, может также применяться и для создания верхних слоев дорожного основания [6]. В зависимости от способа регенерации и объема старого слоя асфальтобетона, используемого при приготовлении регенерированной смеси, возможно снижение затрат на восстановление дорожной одежды на 20-30 % по сравнению с традиционной технологией, когда асфальтирование выполняется с применением новой асфальтобетонной смеси [7, 8, 9].

Целью работы является оценка пригодности регенерированного асфальтобетонного покрытия на основе щебеночно-мастичного асфальтобетона (ЩМА) для выполнения ремонтных работ.

Опыты проводились по ГОСТ 12801-98 «Материалы на основе органических вяжущих для дорожного и аэродромного строительства». Для подбора оптимального состава изготавливались образцы из регенерированного асфальтобетона трёх разных фракций: 11,2 мм; 8,0 мм. и 5,6 мм. Для определения наиболее рациональной температуры формования опытных образцов для каждой фракции проводилось формование при четырех различных температурах: 20 °С; 70 °С; 120 °С и 170 °С. Для того, чтобы довести асфальтобетонную смесь до необходимой температуры, использовался сушильный шкаф.

В ходе испытаний образцов из регенерированного асфальтобетона на основе ЩМА, определялись следующие показатели [10]: объемная плотность; водонасыщение и предел прочности на сжатие. Марка асфальтобетона, из которого была получена асфальтобетонная крошка, определялась выжиганием смеси в печи при 500 °С. Средняя плотность опытных образцов определялась при помощи гидростатического взвешивания. Средняя плотность образца из смеси вычислялась по формуле

$$\rho_m = \frac{g \cdot \rho_w}{g_2 - g_1}, \quad (1)$$

где g – масса образца, взвешенного на воздухе, г; ρ_w – плотность воды, равная 1 г/см³; g_1 – масса образца, взвешенного в воде, г; g_2 – масса образца, выдержанного в течение 30 минут в воде и вторично взвешенного на воздухе, г.

После определения необходимых показателей, рассчитывалась средняя плотность. На основе полученных данных был построен график, который представлен на рис. 1.

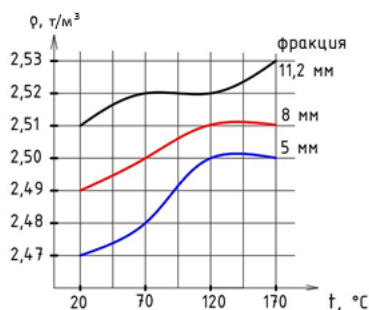


Рис. 1. График зависимости средней плотности от температуры формирования образцов

Исходя из полученных данных был сделан вывод о том, что при увеличении температуры смеси для формирования образцов, увеличивается и их плотность. Плотность отформованных образцов увеличивается при увеличении размера фракции асфальтобетонной крошки.

Затем определялся предел прочности при сжатии. Сущность данного метода заключается в определении нагрузки, необходимой для разрушения образца при заданных условиях. Результаты проведения испытаний отражены на рис. 2.

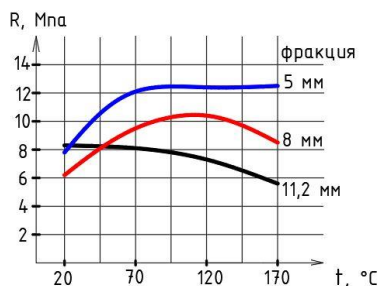


Рис. 2. График зависимость предела прочности от температуры формирования образцов

Проанализировав результаты, можно сделать вывод о том, что для образцов с размером фракции 5,6 мм увеличение температуры смеси при формировании приводит к увеличению прочности. Для образцов с размером фракции 8 мм имеется оптимальная температура смеси при формировании,

которая находится в пределах 120 °С. Увеличение температуры смеси при формировании для образцов с размером фракции 11,2 мм приводит к уменьшению прочности.

Метод измерений водонасыщения и набухания заключается в определении количества воды, которое может поглотить испытуемый образец, и определении приращения объема образца при установленном режиме насыщения за определенное время. Показатель водонасыщения W , % вычислялся по следующей формуле:

$$W = \frac{100 \cdot (D - A)}{B - C}, \quad (2)$$

где D – масса испытуемого образца, насыщенного водой и взвешенного на воздухе, г; A – масса испытуемого образца, взвешенного на воздухе, г; B – масса испытуемого образца, выдержанного в течение 30 мин в воде и взвешенного на воздухе, г; C – масса испытуемого образца, взвешенного в воде, г.

Результаты проведенных измерений и вычислений приведены на рис. 3.

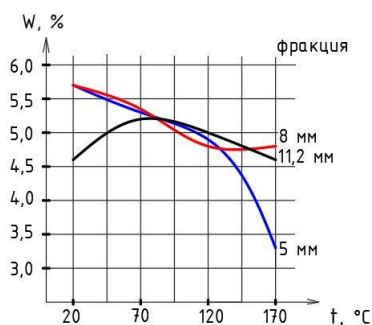


Рис. 3. График зависимости водонасыщения от температуры формирования образцов

Исходя из полученных значений можно заметить, что увеличение размера фракции асфальтобетонной крошки для ремонтного состава и температуры смеси при формировании позволяет получить более плотное покрытие с меньшим значением водонасыщения, но при этом прочность асфальтобетона уменьшается.

Анализируя промежуточные результаты, делаем следующий вывод: сформованные и испытанные образцы не в полной мере соответствуют ГОСТ 31015-2002. Чтобы улучшить физико-механические показатели материала, было принято решение изменить состав смеси, путем добавления органического вяжущего в виде битума.

Средняя плотность образцов рассчитывалась в соответствии с формулой (1). Данные по средней плотности образцов, в состав которых был добавлен битум, представлены в табл. 1.

Таблица 1. Средняя плотность образцов с добавленным битумом

Фракция, мм	Количество битума, %			
	2		4	
	$\rho_i, \text{г/см}^3$	$\rho_{\text{ср}}, \text{г/см}^3$	$\rho_i, \text{г/см}^3$	$\rho_{\text{ср}}, \text{г/см}^3$
При температуре приготовления смеси 20 °С				
5,6	2,46	2,46	2,42	2,42
	2,45		2,42	
8	2,48	2,49	2,48	2,48
	2,49		2,47	
При температуре приготовления смеси 170 °С				
5,6	2,52	2,53	2,49	2,48
	2,54		2,48	
	2,53		2,48	
8,0	2,55	2,54	2,55	2,54
	2,54		2,54	
	2,54		2,53	

Расчет предела прочности на сжатие, производился в соответствии с формулой (2). Данные по расчету предела прочности на сжатие образцов, в состав которых был добавлен битум, представлены в табл. 2.

Таблица 2. Предел прочности на сжатие образцов с добавленным битумом

Фракция, мм	Количество битума, %	
	2	4
	$R_{\text{сж}}^{\text{р}}, \text{МПа}$	$R_{\text{сж}}^{\text{р}}, \text{МПа}$
При температуре приготовления смеси 20 °С		
5,6	4,53	3,97
8,0	3,77	4,18
При температуре приготовления смеси 170 °С		
5,6	4,94	5,04
8,0	5,30	5,40

Расчет показателя водонасыщения, производился в соответствии с формулой (3). Данные по расчету водонасыщения образцов, в состав которых был добавлен битум, представлены в табл. 3.

Таблица 3. Водонасыщение образцов, с добавленным битумом

Фракция, мм	Количество битума, %	
	2	4
	$W_{cp}, \%$	$W_{cp}, \%$
При температуре приготовления смеси 20 °С		
5,6	2,91	3,08
8,0	4,20	3,81
При температуре приготовления смеси 170 °С		
5,6	1,57	0,34
8,0	2,95	0,85

Результаты проведённых исследований можно обобщить следующими выводами:

1. При разделении асфальтогранулята на фракции можно увеличить плотность асфальтобетона за счёт использования более крупной фракции (на пример фракции 11,2 мм), однако прочность образцов при этом снижается.

2. Увеличение температуры формования образцов приводит к снижению водонасыщения асфальтобетона при использовании более мелких фракций (на пример фракции 5 мм.).

3. Увеличение количества битума в составе смеси позволяет увеличить плотность асфальтобетона, но при этом делает материал более пластичным, что снижает прочность и водонасыщение образцов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Рыбьев И.А. Строительные материалы на основе вяжущих веществ. М.: Высшая школа, 1978. 309с.
2. Сычев Я.С. Горячая регенерация асфальтобетонных покрытий / Я.С. Сычев, В.Г. Степанец // Молодой ученый. 2017. № 18. С. 88-95.
3. Филатов С.Ф. Восстановление асфальтобетонных покрытий методом холодного ресайклинга / под ред. Т.И. Калинина . Омск: Изд-во СибАДИ, 2009. С.117.
4. Кирюхин Г.Н. Покрытия из щебеночно-мастичного асфальтобетона / Г.Н. Кирюхин, Е.А. Смирнов. М.: ООО «Издательство "Элит"», 2009. 176 с.
5. Лупанов А.П. Повторное использование асфальтобетона на АБЗ / А.П. Лупанов, В.В. Силкин. М.: Экон-Информ, 2019. 191 с.
6. Костин В.И. Основы технологии производства асфальтобетонных смесей. Методическое пособие по курсу «Производственная база дорожного строительства» для слушателей МИПК и студентов специальности 291000 «Автомобильные дороги и аэродромы». Н. Новгород: МИПК ИНРАСУ, 2004. 46 с.
7. Силкин В.В. Ресурсосберегающие технологии на производственных предприятиях дорожного хозяйства [Электронный ресурс] / В. В. Силкин и др. / под общ. ред. В.В. Силкина, А.П. Лупанова / М-во образования и науки РФ, Московский автомобильно-дорожный гос. технический ун-т (МАДИ), ООО "Дорэксперт"

(Москва). М.: Экон-Информ, 2012. Режим доступа <https://search.rsl.ru/ru/record/01005514440>, свободный.

8. *Надыкто Г.И.* Дорожный асфальтобетон: учебное пособие / Г.И. Надыкто, В.С. Прокопец. Омск: СибАДИ, 2009. 154 с

9. *Аминов Ш.Х.* Современные битумные вяжущие и асфальтобетоны на их основе/Санкт-Петербург: Недра, 2007. 333 с.

10. *Афиногенов О.П.* Обеспечение качества щебеночно-мастичных асфальтобетонов // Молодой ученый. 2012. № 4. С. 18–20.

**РЕКОНСТРУКЦИЯ СУЩЕСТВУЮЩИХ ДОРОГ
С УСИЛЕНИЕМ ДОРОЖНОЙ ОДЕЖДЫ.
НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ**

В. Налишува, В.М. Дудин

Научный руководитель – **В.М. Дудин**, канд. техн. наук, доцент

Ярославский государственный технический университет

Рассмотрена актуальная проблема, связанная с усилением дорожной одежды при реконструкции автомобильной дороги. В данной статье представлены современные строительные материалы и новые технологии, благодаря которым можно улучшить качество дорожной одежды, а также увеличить срок эксплуатации автомобильной дороги.

Ключевые слова: усиление дорожной одежды, строительство дорожной одежды, реконструкция автомобильной дороги, цементобетонные слои, геосинтетические материалы.

**RECONSTRUCTION OF EXISTING ROADS
WITH STRENGTHENING OF THE ROAD SURFACE.
NEW TECHNOLOGY**

V. Nalishuva, V.M. Dudin

Scientific Supervisor – **V.M. Dudin**, Candidate of Technical Sciences,
Associate Professor

Yaroslavl State Technical University

The article considers an actual problem related to the strengthening of the road surface during the reconstruction of the road. This article presents modern construction materials and new technologies that can improve the quality of road clothing, as well as increase the life of the road.

Keywords: road reinforcement, road construction, road reconstruction, cement concrete layers, geosynthetic materials.

Стремительный рост движения по автомобильным дорогам, резкое увеличение динамических нагрузок и скоростей требует создания новых материалов и технологий, позволяющих улучшить качество и увеличить

срок службы дорожного покрытия. Рассмотрим основные методы усиления дорожных одежд.

1. Кубовидный щебень в строительстве автодорог. При изготовлении бетонных и асфальтобетонных дорожных покрытий, а также строительных конструкций большое значение имеет форма частиц наполнителя. Приближение формы частиц к правильной кубовидной, а также уменьшение доли частиц с ослабленной формой увеличивает прочность и долговечность бетонных и асфальтобетонных конструкций. Особенно большое значение имеет форма мелкого щебня размером 3-5, 5-10, 10-15 мм, применяемого для верхнего упрочняющего слоя дорожного покрытия, определяющего долговечность и качество дорог. Исследования позволили сделать выводы о том, что применение дробилок ДЦ для производства щебня кубовидной формы при приготовлении асфальтобетонных смесей для дорожного строительства позволяет: строить автомагистрали I категории и увечить их долговечность в 2-3 раза; предотвратить образование колеи в покрытии при высоких температурах; снизить расход щебня на 15-20% и связующих (битум, цемент) на 30-40%; увеличить коэффициент уплотнения асфальтобетонных смесей до 0.98 с одновременным уменьшением числа проходов катка; уменьшить трудозатраты по укладке дорожного покрытия на 40-50%; снизить уровень шума и повысить коэффициент сцепления на 30-40% при его использовании в поверхностной обработке асфальтобетонного покрытия; увеличить сопротивление сдвигу до 0,840 МПа.

2. Переход на новый вид дорожного бетона – фибробазальтовый шлако-щелочной бетон. Применение такого бетона позволяет решать две задачи: фибры (волокна из базальта) повышают прочность, а щелочь повышает стойкость к воздействию кислотных сред. Технология изготовления бетона имеет свои особенности. Получение виброармированной бетонной смеси может быть достигнуто при условии обеспечения равномерной и постепенной подачи фибровой арматуры в бетоносмеситель во время перемешивания в нем компонентов бетонной смеси.

3. Строительство дорог с применением технологии АНТ. Основным «сырьём» является грунт. Немаловажной особенностью технологии является её 100% экологическая безопасность, как для рабочего персонала строительных организаций, так и для окружающей среды. Основным компонентом технологического процесса технологии является стабилизатор грунта «АНТ», производимый ЗАО «АНТ» на территории России. Действие препарата направлено на получение максимального коэффициента уплотнение грунта и создание высокопрочного скелета из содержащихся в грунте минеральных соединений. Водный раствор стабилизатора грунта «АНТ» совместно с минеральными добавками, вносится в грунт до трам-

бовки. В процессе уплотнения дорожным катком, происходит каталитически-связующий процесс, вызывающий сильное цементирующее действие. В последующем, поверх дорожного полотна производится устройство слоя износа. Преимущества технологии «ANT» относительно общепринятых технологий дорожного строительства: стоимость 1 м. ниже более чем на 30%; сроки строительства сокращаются в несколько раз; технические характеристики минимум в два раза выше; отсутствует возможность скопления влаги, что предотвращает полотно от «разрыва»;

4. Геосинтетические материалы. Геокаркас. Использование Геокаркаса в этой области строительства обеспечивает надежность сооружаемой конструкции, уменьшая трудоемкость выполняемых работ, а также позволяет значительно снизить стоимость и сроки строительства. Пластиковый геокаркас, заполненный инертными материалами и используемый в качестве основания на автодорогах, позволяет уменьшить толщину дорожной одежды на 30-50% по сравнению с традиционной конструкцией, а также предотвращает образование колеи в весенне-осенний период. Конструкция геокаркаса представлена на рис.1.



Рис. 1. Конструкция геокаркаса

Конструкция геокаркаса представляет собой сплошной ковер из пластиковых георешеток, закрепленных на уплотненном основании и между собой посредством Г-образных анкеров, с заполнителем из щебня, грунта, бетона. В качестве заполнителя ячеек геокаркаса применяют грунт, щебень и бетон морозостойкостью не ниже М200. Сотовая конструкция (геокаркаса) применяется: при армировании грунтов в транспортном, гидротехническом и других областях строительства. Преимущества технологии применения материала: экономический эффект составляет 10-20 %; уменьшения толщины несущей подушки при одинаковых нагрузках; увеличение несущей способности грунта при одинаковых затратах; использование местных строительных материалов; транспортируется в сложенном состоянии и занимает малый объем; перфорированные геокаркаса повышает фильтрационные свойства материалов и снижают градиент гидрав-

лического напора на стенки конструкции. Геокаркас, уложенный в песчаном подстилающем слое основания, позволяет увеличить его несущую способность с эффективным распространением нагрузки по всей площади.

5. Георешетки - предотвращают сдвиг насыпного грунта, используемого при строительстве земляного полотна. Таким образом, георешетки обеспечивают гарантийное, длительное, без дополнительного обслуживания функционирование дороги даже в местах с интенсивным движением. Схема распределения нагрузки представлена на рис. 2.

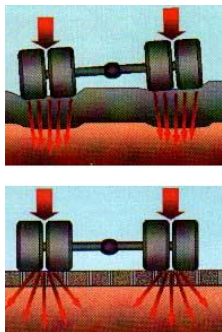


Рис. 2. Схема распределения нагрузки

Местные и внутрихозяйственные автодороги имеют как правило покрытия переходного типа. Эксплуатация таких дорог значительно усложняется в период распутицы. Пример георешетки можно видеть на рис. 3.



Рис. 3. Применение георешеток

Георешетки производятся на основе высокопрочного полиэтилена и полипропилена. Принцип действия - сцепление зернистого материала с ячейками решетки. Это заклинивание позволяет решетке оказывать сопротивление горизонтальному сдвигу насыпи, тем самым мобилизовать несущую способность грунта.

щую способность мягкого грунта. Применение георешетки является способом армирования грунта и ведет к образованию на его поверхности плиты толщиной соответствующей высоте георешетки: 100 мм, 150 мм, 200 мм.

Георешетка с наполнением из щебня обеспечивает горизонтальную устойчивость подушки дорожного покрытия (фиксация щебня под покрытием от горизонтального расползания). Применение георешетки дает возможность использовать щебень различных пород. Схема размещения георешетки представлена на рис. 4.

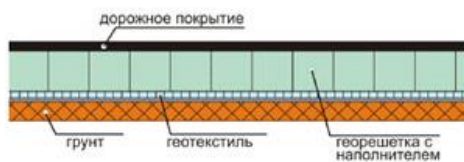


Рис. 4. Схема размещения георешетки

Следует отметить, что геоканвас применяется не только при строительстве новых автомобильных дорог, но и при реконструкции существующих. При этом он используется для укрепления подстилающего песчаного слоя, расположенного на слабом основании. Вывод очевиден: автомобильные дороги, построенные на основании, укрепленном геоканвасом, практически не требуют ремонта в течение, как минимум, пяти лет.

6. Геотекстиль (дорнит). Геотекстиль представляет собой нетканый материал из бесконечных полипропиленовых волокон. В мировой практике строительства, в настоящее время стали, применяются нетканые материалы, в основе которых положены синтетические полимерные волокна. Образец геотекстиля можно видеть на рис. 5.



Рис. 5. Геотекстиль (дорнит)

Материал не подвержен гниению, воздействию грибков и плесени, грызунов и насекомых, прорастанию корней. Используется в качестве прокладочного слоя при строительстве автодорог (препятствуя смешению

слоев дорожного покрытия между собой (грунта с щебнем, щебня с песком), тем самым дает существенную экономию песка и гравия. Структура материала обеспечивает хорошие прочностные и фильтрующие свойства. Схему укладки дорнита можно видеть на рис. 6.

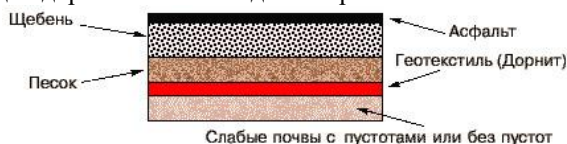


Рис. 6. Применение дорнита в дорожном строительстве

Геотекстиль выполняет функцию разделения слоев и позволяет перераспределить напряжение в основании насыпи, увеличить несущую способность основания, устойчивость откосов, улучшить условия уплотнения земляного полотна. Также в данном применении материала выполняется функция армирования при проектировании насыпей из грунта повышенной влажности.

7. Геосетка. В настоящее время одной из самых перспективных технологий, упрощающих строительство дорог в сложных условиях и продлевающих сроки их службы, за счет увеличения прочности - является технология усиления асфальтобетонных покрытий и слабых оснований геосинтетическими материалами, а именно геосетками. Армирование асфальтобетонных покрытий геосетками позволяет увеличить межремонтные сроки эксплуатации автомобильных дорог в 2-3 раза. В регионах, где геосетки из стекловолокна применяются активно, затраты на содержание дорог, за счёт снижения объёмов ямочных ремонтов, уменьшаются до 40 %. Преимущества использования: значительно увеличивается срок службы асфальтобетонных дорожных покрытий; существенно уменьшается образование трещин; уменьшается колеиность на участках с высокой интенсивностью движения; обеспечивается оптимальное соединение георешетки с асфальтобетоном.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Попов В.Г.* Строительство автомобильных дорог. М., 2001. 185 с.
2. Дороги по новым технологиям [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://qwizz.ru/дороги-новым-технологиям/> (дата обращения 10.03.2020).
3. *Садило М.В.* Автомобильные дороги: строительство и эксплуатация: Учебное пособие. Ростов н/Д: Феникс, 2011. 367 с.
4. *Веренько В. А.* Новые материалы в дорожном строительстве. Издательство: УП "Технопринт", 2004. 170 с.

5. *Антипенко Г. Л.* Новые технологии и машины при строительстве, содержании и ремонте автомобильных дорог / Под ред. А. Н. Максименко. Мн.: Дизайн ПРО, 2002. 224 с.
6. *Бабков В.Ф.* Проектирование автомобильных дорог. Ч. 1. М.: Транспорт, 1987. 368 с.
7. *Васильев А.П.* Реконструкция автомобильных дорог / А.П. Васильев, Ю.М. Яковлев, М.С. Коганзон и др. М., 1998. 125 с.
8. *Юнусов Н.В.* Современные технологии строительства дорог / Н.В. Юнусов, А.Б. Вальт, С.Г. Головнев: Учебное пособие. Челябинск: ЧПИ, 2006. 282 с.

**ПОВЫШЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ЭКСПЛУАТАЦИИ
АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ С АСФАЛЬТОБЕТОННЫМ
ПОКРЫТИЕМ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ СОЛЁНОГО
АСФАЛЬТОБЕТОНА**

А.Э. Окутин, Н.С. Смекалов, В.М. Дудин

Научный руководитель – **В.М. Дудин**, канд. техн. наук, доцент

Ярославский государственный технический университет

В статье рассматривается применение противогололедной добавки NaCl при производстве асфальтобетонной смеси. Разработан состав асфальтобетонной смеси с использованием противогололедной добавки NaCl. Приведены результаты испытаний.

***Ключевые слова:** противогололедная добавка NaCl, минеральный порошок, асфальтобетонные образцы.*

**IMPROVEMENT OF SAFETY OF OPERATION OF ROADS
WITH ASPHALT CONCRETE COATING USING SALT
ASPHALT CONCRETE**

A.E. Okutin, N.S. Smekalov, V.M. Dudin

Scientific Supervisor – **V.M. Dudin**, Candidate of Technical Sciences,
Associate Professor

Yaroslavl State Technical University

The article discusses the use of anti-icing additives NaCl in the production of asphalt mix. The composition of the asphalt mixture using anti-icing additives NaCl. Test results are given.

***Keywords:** anti-icing additive NaCl, mineral powder, asphalt concrete samples.*

Современная автомобильная дорога представляет собой сложное инженерное сооружение, служащее для выполнения работы в сфере транспортных услуг и обслуживания участников дорожного движения – водителей и их пассажиров, а также пешеходов. Автомобильная дорога должна давать возможность движения потоков автомобилей с высокими скоростями. Их проектируют и строят таким образом, чтобы автомобили могли

реализовать свои динамические показатели при нормальном режиме работы двигателя, чтобы на поворотах, подъемах и спусках автомобилю не грозили чрезмерные боковые перегрузки, и как следствие, занос и опрокидывание.

Антигололедный наполнитель – это тонкодисперсный порошок, получаемый путем совместного измельчения хлористых солей (90%) и гидрофобизатора на основе кремнийорганических продуктов (10%).

Этот реагент позволяет предупредить сцепление льда и снежного наката с поверхностью покрытия и придает ему стабильные антигололедные свойства. Он предотвращает повторное ледообразование при перепадах температур, примерно в 2 раза снижает коррозионное воздействие на металлы и на 40 % вредное воздействие на окружающую среду.

Таблица 1. Расчет компонентов для асфальтобетонной смеси

Компонент асфальтобетонной смеси	Процентное содержание, %	Масса для изготовления одного образца, г	Масса для изготовления 9 образцов с запасом, г
Щебень фракции 8,0 мм	7	16,8	151,2
Щебень фракции 5,6 мм	19	45,6	410,4
Щебень фракции 4,0 мм	14	33,6	302,4
Щебень фракции 2,0 мм	17	40,8	367,2
Песок фракции 0,125 мм	37	88,6	797,4
Минеральный порошок/противогололедная добавка NaCl	6	14,4	129,6
Битум	6	14,4	129,6

Было изготовлено 9 асфальтобетонных образцов в соответствии с ГОСТ 12801-98. Первая группа образцов (номера 1,2,3) с использованием традиционного минерального порошка. Вторая группа образцов (номера 4,5,6) с использованием 3% от массы традиционного минерального порошка и 3% от массы противогололедной добавки NaCl. Третья группа образцов (номера 7,8,9) с использованием противогололедной добавки NaCl вместо традиционного минерального порошка.

Затем, для определения прочностных характеристик асфальтобетонных образцов проводился ряд испытаний по определению объемной плотности образцов (ПНСТ 184-2019), водонасыщению образцов (ПНСТ 184-2019), водостойкости образцов (ГОСТ 12801-98), предела прочности образцов при сжатии (ГОСТ 12801-98), набухания образцов (ГОСТ 12801-98).

Сравнение результатов испытаний по определению объемной плотности образцов с требованием ПНСТ 184-2019 (обозначено черной линией) представлено на рис. 1.

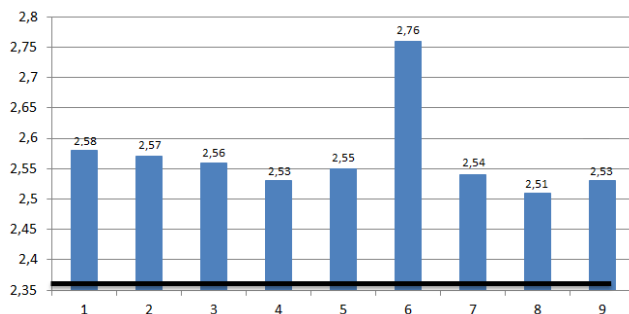


Рис. 1. Объемная плотность образцов

Сравнение результатов испытаний по определению водонасыщения образцов с требованием ГОСТ 12801-98 (обозначено черной линией) представлено на рис. 2.

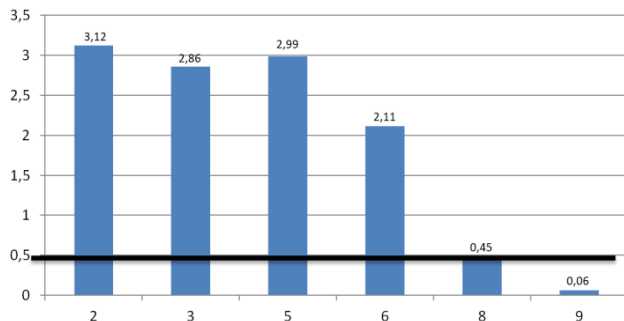


Рис. 2. Водонасыщение образцов

Сравнение результатов испытаний по определению водостойкости образцов с требованием ГОСТ 12801-98 (обозначено черной линией) представлено на рис. 3.

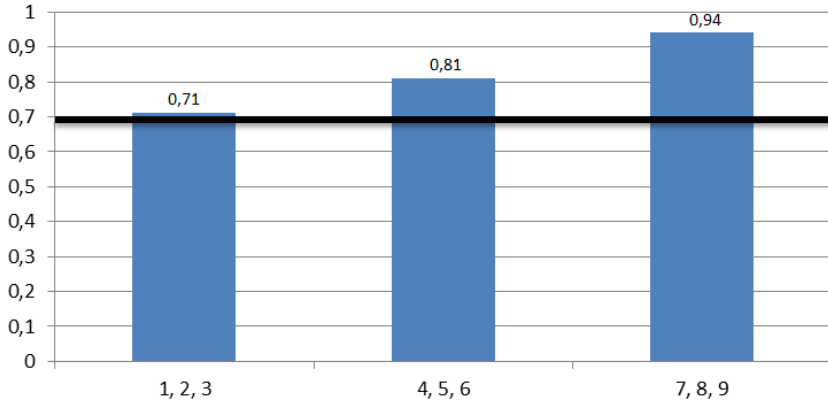


Рис. 3. Водостойкость образцов

Сравнение результатов испытаний по определению предела прочности образцов при сжатии с требованием ГОСТ 12801-98 (обозначено черной линией) представлено на рис. 4.

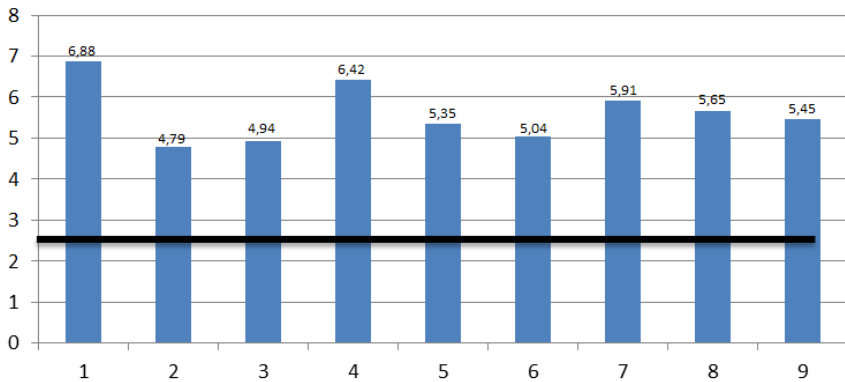


Рис. 4. Предел прочности образцов при сжатии

Сравнение результатов испытаний по определению набухания образцов с требованием ГОСТ 12801-98 (обозначено черной линией) представлено на рис. 5.

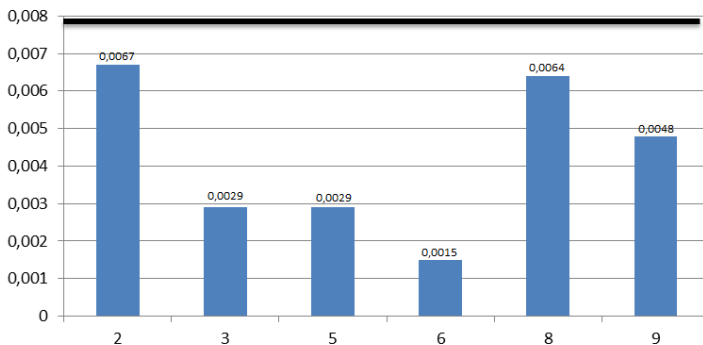


Рис. 5. Набухание образцов

Результаты проведенных исследований показали, что введение добавки NaCl в асфальтобетонную смесь не оказывает влияние на такие показатели как плотность, прочность, набухание, при этом видна положительная динамика роста водостойкости образцов, и заметно снижается показатель водонасыщения. Тем самым данный состав можно применять в верхнем слое покрытия.

Образцы асфальтобетонной смеси по объемной плотности и водонасыщению отвечают требованиям ГОСТ 9128-2013, по водостойкости и прочности при сжатии требованиям ГОСТ 9128-2013.

Изготовление асфальтобетонных смесей с добавлением противогололедной добавки является очень перспективным направлением. Это связано с тем, что в нашей стране огромное количество автодорог, нуждающихся в зимнем содержании.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ПНСТ 184-2019 Смеси асфальтобетонные дорожные и асфальтобетон. Технические условия.
2. ГОСТ 12801-98 Материалы на основе органических вяжущих для дорожного и аэродромного строительства. Методы испытаний.
3. ГОСТ 9128-2013 Смеси асфальтобетонные, полимерасфальтобетонные, асфальтобетон, полимерасфальтобетон для автомобильных дорог и аэродромов.

**СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СОСТАВОВ
АСФАЛЬТОБЕТОННЫХ СМЕСЕЙ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ
НЕТРАДИЦИОННОГО СЫРЬЯ**

Н.С. Смекалов, А.Э. Окутин, В.М. Дудин

Научный руководитель - **В.М. Дудин**, канд. техн. наук, доцент

Ярославский государственный технический университет

В статье рассматривается применение нетрадиционного сырья при производстве асфальтобетонной смеси. Разработан состав асфальтобетонной смеси с использованием активированного сапропеля. Приведены результаты испытаний.

***Ключевые слова:** нетрадиционное сырье, минеральный порошок, сапропель, асфальтобетонные образцы.*

**IMPROVEMENT OF COMPOSITIONS
OF ASPHALT-CONCRETE MIXTURES USING
NON-TRADITIONAL RAW MATERIALS**

N.S. Smekalov, A.E. Okutin, V.M. Dudin

Scientific Supervisor - **V.M. Dudin**, Candidate of Technical Sciences,
Associate Professor

Yaroslavl State Technical University

The article discusses the use of unconventional raw materials in the production of asphalt mix. The composition of the asphalt mix using activated sapropel is developed. Test results are given.

***Keywords:** unconventional raw materials, mineral powder, sapropel, asphalt concrete sample.*

В современном мире дорожное строительство является одной из ведущих и быстроразвивающихся отраслей. В связи с этим, появляется все большее количество задач по совершенствованию состава и улучшению прочностных характеристик асфальтобетонных смесей. Одним из направлений исследований в данной отрасли является использование нетрадиционного сырья.

В районе проведения исследований располагается озеро Неро. Данное озеро известно тем, что содержит огромные запасы сапропеля. Сапропель – это многовековые донные отложения пресноводных водоемов. Было принято решение попробовать использовать высушенный активированный сапропель в качестве минерального порошка в составе асфальтобетонной смеси. Минеральный порошок служит для повышения технических характеристик автомобильной дороги. При добавлении его в асфальтобетонную смесь удается добиться увеличения ее прочности и плотности, за счет того, что мелкие частицы порошка заполняют свободные воздушные поры. Вследствие этого, понижается водонасыщение асфальтобетона, исходя из чего, уменьшается проникновение атмосферных осадков и увеличивается срок службы покрытия. Самыми распространенными стандартными видами минерального порошка, применяемыми в дорожном строительстве, являются материалы, полученные путем помола карбонатных горных пород – доломита и известняка.

Был рассчитан состав асфальтобетонной смеси с минеральным порошком из сапропеля. Процентное содержание компонентов представлено в табл. 1.

Таблица 1. Расчет компонентов для асфальтобетонной смеси

Компонент асфальтобетонной смеси	Процентное содержание, %
Щебень фракции 11,2 мм	4
Щебень фракции 8,0 мм	22
Щебень фракции 4,0 мм	42
Песок фракции 0,125 мм	20
Минеральный порошок	6
Битум	6

Было изготовлено 6 асфальтобетонных образцов в соответствии с ГОСТ 12801-98. Первая группа образцов (номера 1,2,3) с необожженным минеральным порошком из сапропеля. Вторая группа образцов (номера 4,5,6) с обожженным сапропелем.

Затем, для определения прочностных характеристик асфальтобетонных образцов проводился ряд испытаний по определению объемной плотности образцов (ПНСТ 184-2019), водонасыщению образцов (ПНСТ 184-2019), предела прочности образцов при сжатии (ГОСТ 12801-98).

Сравнение результатов испытаний по определению объемной плотности образцов с требованием ПНСТ 184-2019 (обозначено красной линией) представлено на рис. 1.

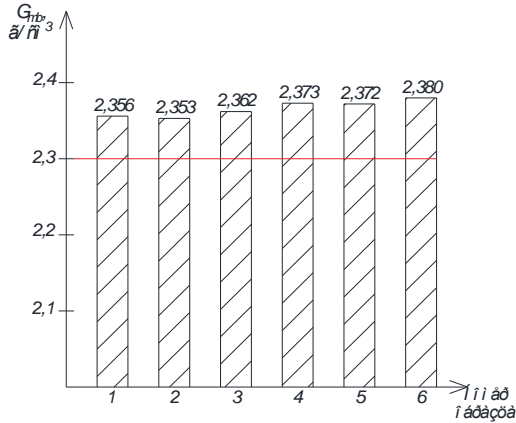


Рис. 1. Объемная плотность образцов

Сравнение результатов испытаний по определению водонасыщения образцов с требованием ПНСТ 184-2019 (обозначено красной линией) представлено на рис. 2.

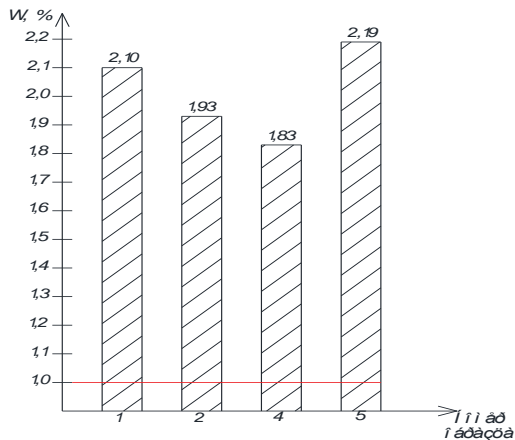


Рис. 2. Водонасыщение образцов

Сравнение результатов испытаний по определению предела прочности образцов при сжатии с требованием ГОСТ 12801-98 (обозначено красной линией) представлено на рис. 3.

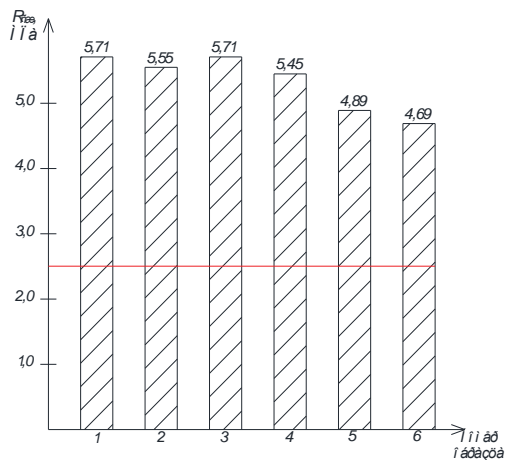


Рис. 3. Предел прочности образцов при сжатии

Из проведенных экспериментальных исследований можно сделать вывод, что предложенный состав асфальтобетонной смеси с минеральным порошком из сапропеля может использоваться в качестве нижнего слоя покрытия дорожной одежды.

Образцы асфальтобетонной смеси по объемной плотности и водонасыщению отвечают требованиям ПНСТ 184-2019, по прочности при сжатии требованиям ГОСТ 12801-98.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ГОСТ 12801-98 Материалы на основе органических вяжущих для дорожного и аэродромного строительства. Методы испытаний.
2. ПНСТ 184-2019 Смеси асфальтобетонные дорожные и асфальтобетон. Технические условия.

УДК 625.8

**ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ТЕХНОЛОГИИ ГРАНУЛИРОВАНИЯ
ОКАТЫВАНИЕМ АСФАЛЬТОБЕТОННОЙ «КРОШКИ»
НА ПРОЧНОСТНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ
И ГРАНУЛОМЕТРИЧЕСКИЙ СОСТАВ**

К.А. Иванова, Р.Ю. Гогин, А.А. Игнатьев

Научный руководитель – **А.А. Игнатьев**, канд. техн. наук, доцент

Ярославский государственный технический университет

В статье описывается влияние технологии гранулирования окатыванием на прочностные показатели и гранулометрический состав асфальтового гранулята.

***Ключевые слова:** асфальтогранулят, метод гранулирования, прочностной показатель, гранулометрический состав.*

**ASSESSMENT OF THE IMPACT OF GRANULATION
TECHNOLOGY ASPHALT CONCRETE BITS
ON THE STRENGTH PROPERTIES AND GRANULOMETRIC
COMPOSITION**

K.A. Ivanova, R.Yu. Gogin, A.A. Ignatyev

Scientific Supervisor – **A.A. Ignatyev**, Candidate of Technical
Sciences, Associate Professor

Yaroslavl State Technical University

The article describes the influence of granulation technology on the strength properties and granulometric composition of asphalt granulate.

***Keywords:** asphalt granulate, granulation method, strength property, granulometric composition.*

Одним из самых распространенных вторичных материалов, получаемых путем переработки, является асфальтовая крошка, также известная как асфальтогранулят и применяемая в широком спектре работ по строительству и ремонту [1].

Основными достоинствами асфальтогранулята являются недорогая цена, простота в эксплуатации, а также то, что крошка, как полученный путем переработки продукт, наносит сравнительно меньший вред окружающей среде [1].

Спектр применения асфальтогранулята крайне широк и включает в себя: засыпку дорожных обочин, введение в качестве добавки при приготовлении новой горячей асфальтобетонной смеси, а также ремонт покрытий методом холодного ресайклинга [1].

На базе ЯГТУ была использована технология окатывания, которая широко использовалась в промышленных масштабах для получения гранулированных минеральных удобрений, применительно к асфальтовому грануляту.

Гранулирование окатыванием осуществляют во вращающихся барабанных грануляторах. В нашем случае в гранулятор вводят асфальтовую крошку. При его нагреве битум отслаивается от минеральных составляющих и в процессе движения барабана битум окатывает каждую частицу, создавая пленку с оптимальным его количеством. Дальнейшее гранулирование окатыванием приводит к нарастанию частиц, образуя при этом агломераты [2].

В ходе экспериментальной части исследований были определены гранулометрический состав и предел прочности на сжатие двух материалов: окатанный асфальтогранулят, полученный путем фрезерования покрытия из асфальтобетона; неокатанный асфальтогранулят – из щебеночно-мастичного асфальтобетона.

Определение гранулометрического состава материалов производилось с использованием сит по ПНСТ 75 – 2015, ячейки которых имеют квадратное сечение. После чего вычислялось процентное соотношение каждой фракции от общей массы материала. Предел прочности при сжатии каждой фракции определялся согласно ГОСТ 12801-98 «Материалы на основе органических вяжущих для дорожного и аэродромного строительства. Методы испытаний». Формование образцов проводилось без предварительного подогрева при комнатной температуре.

Данные проведенных исследований окатанного и неокатанного асфальтогранулята приведены на графиках, показанных на рис. 1 и 2 соответственно.

По данным графикам был сделан вывод, что при окатывании асфальтобетонного гранулята наблюдается возрастание количества мелких фракций от 0,125 мм до 4 мм и появляется фракция 16 мм.

Другим направлением исследований была проверка влияния времени на свойства материала. Для этого использовался окатанный минеральный порошок, изготовленный более 10 лет назад.

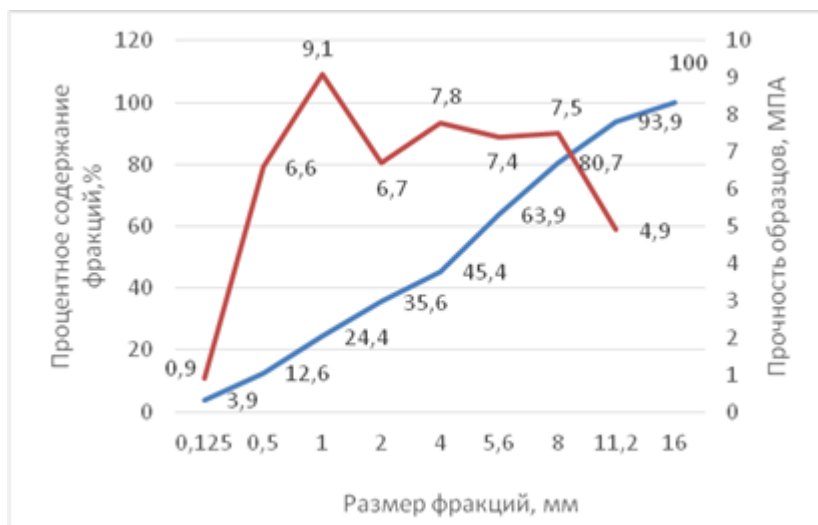


Рис. 1. График процентного содержания фракций и прочности образцов для окатанного асфальтогранулята

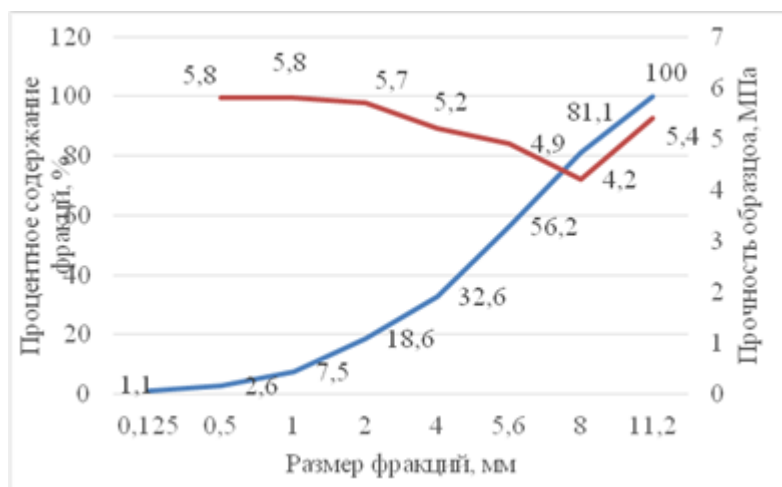


Рис. 2. График процентного содержания фракций и прочности образцов для неокатанного асфальтогранулята

При проведении испытаний определялись основные технические характеристики согласно ГОСТ 12801-98: предел прочности при сжатии, водонасыщение и водостойкость.

Результаты проведенных опытов представлены в табл. 1 и 2.

Таблица 1. Данные для расчета водонасыщения

№ образца	Масса сухого образца, г	Масса образца в воде, г	Масса образца на воздухе после 30 минут в воде, г	Масса образца на воздухе после 2 недель в воде, г	Водонасыщение, %
1	217,14	117,45	217,2	222,24	5,1
2	216,98	117,82	217,03	221,89	4,9
3	216,87	117,95	216,93	221,74	4,9
Среднее значение водонасыщения					5

Таблица 2. Данные для расчета водостойкости

№ образца	Прочность образца до водонасыщения, МПа	Прочность образца после водонасыщения, МПа	Водостойкость
1	10,5	8	0,76
2	8	9,2	1,15
3	9,7	7,9	0,81
Средняя водостойкость			0,9

Среднее значение водонасыщения составляет 5 %, что является допустимым согласно п.4.1.15 ГОСТ 9128-2013 «Смеси асфальтобетонные, полимерасфальтобетонные, асфальтобетон, полимерасфальтобетон для автомобильных дорог и аэродромов. Технические условия». Среднее значение коэффициента водостойкости равно 0,9.

В результате проведенных исследований было выявлено, что:

1. При использовании технологии окатывания изменяется гранулометрический состав асфальтогранлята.
2. Материал при хранении не обладает слеживаемостью.
3. Свойства материала при его хранении в течение длительного периода времени остаются в пределах нормативных значений.
4. Требуются дальнейшие исследования.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Всё об асфальтовой крошки простыми словами [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://kapitel-1.ru/materialy/blagoustrojstvo/vsjo-ob-asfaltovoj-kroshke-prostymi-slovami>
2. Dispersed-filled composites with a structured nanoscale / A. Ignatiev, D. Gerasimov, I. Golikov, V. Gotovtsev // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, Vol. 365. (2018).
3. Перспективы использования фосфогипса в производстве асфальтобетона / А.А. Игнатьев, Д.В. Герасимов, В.М. Готовцев, В.И. Голиков // Дороги и мосты. 2018. № 40. С. 304-315.

МЕРОПРИЯТИЯ ПО ПОВЫШЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ДВИЖЕНИЯ

В.А. Буслаев, А.В. Симонова

Научный руководитель – **А.В. Симонова**, старший преподаватель

Ярославский государственный технический университет

Рассматриваются мероприятия по повышению безопасности дорожного движения, направленные на снижение скорости транспортного средства, конструкции по влиянию на направление скорости и направления движения.

***Ключевые слова:** безопасность дорожного движения, дорожный знак, круговой перекрёсток, транспортный поток.*

MEASURES TO IMPROVE SAFETY OF ROAD TRAFFIC

V.A. Buslaev, A.V. Simonova

Scientific Supervisor – **A.V. Simonova**, Senior Lecturer

Yaroslavl State Technical University

Measures to improve road safety aimed at reducing the speed of the vehicle, designs for influencing the direction of speed and direction of movement are considered.

***Keywords:** road safety, traffic sign, roundabout, traffic flow.*

Ежегодно, по данным официального сайта ГИБДД, на дорогах Ярославской области происходит около 1900 дорожно-транспортных происшествий (ДТП), число погибших достигает отметки в 190 человек. Большая часть аварий происходит в населённых пунктах, каждая 15 из них – со смертельным исходом.

Основные причины ДТП: человеческий фактор, дорожная обстановка и состояние транспортного средства. "Человек-автомобиль-дорога" (ЧАД) не может существовать, если один из её элементов «вышел из строя».

Мероприятия по ликвидации аварийности должны быть направлены на все элементы системы ЧАД. В данной статье рассмотрим мероприятия по воздействию на транспортный поток, которые помогут сохранить жизни людей на дорогах.

Важно понимать, что само по себе столкновение автомобиля с другим автомобилем или препятствием не всегда может нанести физический вред водителю или пассажиру. Но чем выше скорость при столкновении, тем меньше шансов у всех находящихся в автомобиле, попавшем в ДТП, не получить физических увечий.

Хуже дела обстоят при дорожно-транспортном происшествии с участием пешеходов. Вероятность получения смертельной травмы сильно возрастает после превышения автомобилем скоростного порога в 30 км/ч. Очевидно, что скорости до 30 км/ч обоснованы либо в дворовых территориях, либо в плотном транспортном потоке, заторе.

Наиболее опасный вид столкновения, при котором в большинстве случаев будут пострадавшие, а чаще погибшие, – это лобовое. Для того, чтобы избежать лобового столкновения, необходимо разделить встречные потоки. С этим справляется ограждение, проходящее по оси дороги.

Наиболее частой причиной выезда автомобиля на встречную полосу является обгон. На участках дороги, где запрещён обгон, устроена разметка в виде одной или двойной сплошной линии. Опережение транспортного средства с выездом на встречную полосу всегда сопровождается повышением скорости. Низкие санкции в отношении водителя, совершившего выезд на встречную полосу, а также фактически отсутствующая ответственность за превышение скорости до 20 км/ч свыше разрешённой, дают водителю мнимое чувство безнаказанности.

Наиболее эффективным методом по борьбе с «обгонщиками» является ужесточение наказания за выезд на встречную полосу в местах, где это запрещено, а также за превышение скорости. Однако ужесточение наказания без использования электронных средств контроля не даст должного результата.

Другими аварийными участками являются перекрёстки – места, где неминуемо происходит пересечение транспортных потоков. Часто водители игнорируют мигающий жёлтый сигнал светофора и вместо того, чтобы снизить скорость и остановиться перед перекрёстком (когда это возможно), наоборот увеличивают её и проезжают перекрёсток уже на красный сигнал.

Существенно снизить скорость, а также разделить потоки поможет круговой перекрёсток. Водитель не сможет проехать перекрёсток в прямом направлении, потому что на его пути будет препятствие, которое в случае чего существенно сбросит его скорость и защитит других участников движения от столкновения на больших скоростях.

Здесь опять же очевиден низкий уровень наказания за нарушение. Контроль проезда водителем перекрёстка с лёгкостью осуществляет камера фотовидеофиксации. С 28 апреля 2018 года в правилах дорожного движения появился новый пункт о вафельной разметке, однако широкого

применения вафельной разметки не произошло. Связка камеры и вафельной разметки отлично справится с нарушителями правил проезда перекрёстка. В таком случае водитель будет рисковать не мнимой, как ему кажется, безопасностью, а «рублем».

Снизить скорость движения автомобиля также помогут искусственные дорожные неровности (ИДН). Они бывают статические и динамические.

Статическая искусственная дорожная неровность представляет собой конструкцию на дорожном полотне. Это может быть валик из материала покрытия или специальная сборная конструкция из резинокорда. В зависимости от желаемой скорости проезда участка подбирают геометрические параметры ИДН. Динамическая искусственная неровность представляет собой конструкцию (плиту), которая при движении со скоростью больше допустимой опускается на определённую величину. Скорость оценивает радар, поэтому для водителей, не нарушающих скоростной режим, препятствие создаваться не будет.

Искусственная дорожная неровность – эффективный метод борьбы с превышением скорости, потому что водитель осознаёт, что неправильно подобранный скоростной режим при проезде может обратиться для него ремонтом автомобиля в будущем.

Ещё один действенный метод, который заставит водителя снизить скорость, – это изменение траектории движения на прямых участках. Для этого изменяют геометрию проезжей части либо физически (с устройством на определённых участках специальных конструкций; намеренное сужение верхнего слоя покрытия), либо с помощью дорожной разметки 1.16.

Второй вариант менее действенный, т.к. разметка не будет являться препятствием для водителя. Пресечь подобные нарушения можно установкой камеры наблюдения, тогда число нарушителей уменьшится, но избежать столкновения всё же не получится.

Иногда столкновение может произойти из-за сниженной реакции водителя. Помимо создания немонотонной дорожной обстановки, можно использовать светозумовые полосы. Это специальные наклеенные на проезжую часть поперечные линии из пластичных материалов, при наезде на которые водитель чувствует вибрацию. Роль светового раздражителя выполняют поперечные световые полосы из эмали или термопластика.

Заставить водителя принять верное решение помогают дорожная разметка и знаки. Для того чтобы водитель сумел прочесть знак, необходимо, чтобы его было хорошо видно. Для дополнительной видимости используют светоотражающую берму вокруг знаков, чтобы водитель издали понимал, что на данном участке дороги стоит быть внимательнее.

Разметка может быть стёрта, что затруднит оценку дорожной обстановки, поэтому дорожные службы всегда должны держать её в надлежащем состоянии.

Разметка, нанесённая на пешеходном переходе, сильно привлекает внимание. Одних знаков будет недостаточно, однако в зимний период разметка может полностью находиться под покровом снега. Справиться с этой ситуацией помогает проекторный пешеходный переход.

Специальное устройство проецирует разметку пешеходного перехода на покрытие, при этом состояние покрытия, его снеготаносимость не будут помехой. Изображение хорошо видно в тёмное время суток, в дождь и снегопад.

Заранее дать сигнал водителю также помогает светодиодная лента, дублирующая сигнал светофора. Водитель по видимому цвету может оценить обстановку и выбрать нужную скорость для проезда перекрёстка.

Все эти мероприятия помогают водителю, но для пешехода просто знаки и разметка дают ложное чувство безопасности. Пешеход считает, что если водитель знает о запрещающем для него сигнале, знает, что здесь пешеходный переход и видит знаки и разметку, то остановится и пропустит пешехода. Но не все водители могут правильно оценить обстановку, поэтому иногда применяют резкое торможение, если видят перед собой идущего пешехода.

Поскольку мгновенная остановка автомобиля на высоких скоростях невозможна, то необходимо убедить водителя сбросить скорость. Наиболее эффективным методом для этого будет установка ИДН перед пешеходным переходом.

Иногда бывают ситуации, когда устройство конструкции для принудительного снижения скорости автомобиля невозможно, например, при плотной застройке или в исторической части города. Тогда снизить аварийность поможет, например, полный отказ от механических транспортных средств на данном участке.

Перспективным методом является внедрение системы геозонирования в автомобили. По координатам от локатора в автомобиле компьютер анализирует его скорость, траекторию и место движения. Если автомобилю быть в данном месте запрещено либо он движется с небезопасной скоростью для данного участка, то компьютер уменьшает скорость движения автомобиля вплоть до полной остановки.

Поскольку для анализа данных требуются высокие мощности, то полностью контролировать перемещение всех автомобилей нецелесообразно и даже невозможно. Достаточно ограничиться улицами или небольшими районами, поэтому данная система никак не влияет на конфиденциальность действий водителя.

Подводя итог, хотелось бы отметить, что главным фактором опасности аварий всё же является высокая скорость, поэтому мероприятия по ликвидации участков аварийности в населённых пунктах в первую очередь должны быть направлены на её снижение. Иногда для того, чтобы исключить столкновение автомобилей, достаточно разделение встречных транспортных потоков между собой ограждением, а иногда требуется полный комплекс мер, вплоть до автоматизированного контроля движения автомобиля, чтобы исключить ДТП.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Управление скоростью: Руководство по безопасности дорожного движения для руководителей и специалистов. Женева, Глобальное партнерство дорожной безопасности, 2008.
2. Методические рекомендации по разработке и реализации мероприятий по организации дорожного движения. Формирование единого парковочного пространства в городах Российской Федерации [Электронный ресурс] // Минтранс России. Режим доступа: <https://www.mintrans.ru/file/417605> (дата обращения 12.03.2020)

УДК: 625.746

ПРИМЕНЕНИЕ СИЛИКАТНОЙ КРАСКИ ДЛЯ РАЗМЕТКИ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ

А.В. Калинин, А.А. Игнатьев

Научный руководитель – **А.А. Игнатьев**, канд. техн. наук,
доцент

Ярославский государственный технический университет

Рассматривается возможность применения силикатной краски для разметки автомобильных дорог.

***Ключевые слова:** силикатная краска, разметка автомобильных дорог, физико-химические свойства.*

APPLICATION OF SILICATE PAINT FOR THE MARKING OF AUTOMOBILE ROADS

A.V. Kalinin, A.A. Ignatyev

Scientific Supervisor - **A.A. Ignatyev**, Candidate of Technical
Sciences, Associate Professor

Yaroslavl State Technical University

The article discusses the possibility of using silicate paint for the marking of automobile roads.

***Keywords:** silicate paint, the marking of automobile roads, physiochemical properties.*

Силикатные краски являются одним из прогрессивных, экологически чистых лакокрасочных материалов, широко применяющимся в строительстве для отделки фасадов и интерьеров зданий. Эти краски негорючи, нетоксичны, обладают очень хорошими декоративными свойствами, доступной ценой, технологичностью применения и длительным, свыше 30 лет, сроком эксплуатации [1].

Современные нормативные документы Российской Федерации предусматривают для разметки дорожных покрытий применение красок (эмалей), термопластиков и холодных пластиков [2]. Однако в литературных источниках можно встретить упоминания о возможности применения

силикатных красок для разметки проезжей части автомобильных дорог. В СССР в 1980-е годы были выпущены «Методические рекомендации по приготовлению и применению силикатных красок для разметки автомобильных дорог» [3]. Авторами была разработана краска в виде суспензии сухой составляющей в калийном жидком стекле. Сухая составляющая имеет следующий состав:

- минеральный наполнитель (песок кварцевый, гранит белый) – 80-89%;
- окись титана – 7-10%;
- борат кальция – 0,5-1%.

Данная краска является двухупаковочной – смешение жидкого стекла и сухой пигментной части должно производиться непосредственно на строительной площадке. К недостаткам состава можно отнести неудобство использования потребителем, небольшую жизнестойкость полученной смеси (8 часов), применение в качестве связующего калиевого жидкого стекла, менее распространенного и более дорогого по сравнению с натриевым жидким стеклом.

К настоящему времени разработаны составы одноупаковочных силикатных красок. В патентах 2294946 С1 и 2294947 С1 раскрываются составы одноупаковочных силикатных красок на основе натриевого жидкого стекла, модифицированного мочевиной. В патенте 2671751 С1 раскрывается состав одноупаковочной силикатной краски с большим содержанием акриловой дисперсии. В данной работе опробованы три варианта составов, базирующихся на запатентованных прототипах, с целью определения характеристик силикатных красок и возможности их применения для разметки автомобильных дорог. Компонентный состав исследуемых красок приведен в табл. 1.

Таблица 1. Составы силикатных красок

Наименование компонентов	№ варианта		
	1	2	3
Модифицированное карбамидом натриевое жидкое стекло плотностью 1,4г/л, г	31,4	36,4	15
Вода дистиллированная, г	12,4	12,4	15
Сухая пигментная часть, г, в т.ч.	41,2	41,2	25
- мел порошок, г	28,8	28,8	-
- тальк порошок, г	6,2	6,2	21,3
- титановые белила порошковые, г	6,2	6,2	3,7
Латекс ПВА, г	15	10	45
Всего, г	100	100	100

Для приведенных составов были проведены испытания по пяти наиболее значимым для дальнейшего анализа характеристикам:

1. Твердость – способность лакокрасочного покрытия сопротивляться пластической деформации или разрушению при местном силовом воздействии. Одна из важнейших физико-механических характеристик покрытия, дает представление о его когезионной прочности, степени высыхания и возможности применения в различных конструкциях и при различных условиях работы.

2. Укрывистость – способность материала делать невидимым цвет или цветовые различия окрашиваемой поверхности (ГОСТ 8784-75). Укрывистость показывает, сколько сухой пленки испытуемого материала необходимо, чтобы укрыть один квадратный метр не впитывающей, контрастной поверхности.

3. Смываемость (прочность при смывании) – отражает количество покрытия, смытого с поверхности заданным количеством воды при трении щеткой.

4. Адгезия – определяет качество сцепления лакокрасочной плёнки с поверхностью.

5. Водоустойчивость – способность покрытия максимально противостоять разрушающему действию воды при длительной эксплуатации окрашенных поверхностей.

Для каждого варианта состава проводилось одно испытание. Полученные результаты приведены в табл. 2.

Таблица 2. Физико-химические свойства силикатных красок

Характеристика	№ варианта		
	1	2	3
Твердость по маятниковому прибору	0,3	0,3	0,2
Укрывистость, г/м ²	263	257	196
Смываемость, г/м ² (%)	17,6 (16,0)	15,1 (18,3)	6,8 (19,4)
Адгезия, балл	1	1	1
Водоустойчивость	мелит	мелит сильно	не мелит

На основании проведенных исследований можно сделать следующие выводы:

1. Составы имеют хорошую укрывистость и соответствуют по данному показателю ГОСТ 18958-73.

2. Показатели адгезии всех составов соответствуют ГОСТ 32830-2014.

3. Показатели смываемости и водоустойчивости красок неудовлетворительные, что не позволяет использовать данные составы для разметки проезжей части. При этом состав варианта №3 проявил наилучшие свойства.

Поиск более пригодного для разметки проезжей части состава силикатной краски является целью дальнейших исследований.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Китайчик Ф.* Силикатные фасадные краски: состав и строение (обзор литературы) // ЛКМ и их применение. 2008. № 3. С. 18-21.
2. ГОСТ 32830-2014. Дороги автомобильные общего пользования. Материалы для дорожной разметки. Технические требования. М.: Стандартинформ, 2015.
3. Методические рекомендации по приготовлению и применению силикатных красок для разметки автомобильных дорог. Союздорнии. М., 1986.
4. ГОСТ 18958-73. Краски силикатные. М.: Государственный комитет Совета Министров СССР по делам строительства, 1973.

ГЕОДЕЗИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ СТРОИТЕЛЬСТВА АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ

А.А. Низовцев, А.В. Калинин

Научный руководитель – **А.В. Калинин**, ассистент

Ярославский государственный технический университет

В статье рассматриваются классический и современный подход к геодезическому обеспечению строительства автомобильных дорог, а также рассмотрены преимущества использования цифровых технологий при геодезическом обеспечении строительства автомобильных дорог.

Ключевые слова: строительство, строительство дорог, геодезические работы

GEODESIC SUPPORT OF CONSTRUCTION OF ROADS

A.A. Nizovtsev, A.V. Kalinin

Scientific Supervisor - **A.V. Kalinin**, Assistant

Yaroslavl State Technical University

The article discusses the classic and modern approach to geodesic support of construction of roads, and also considers the advantages of using digital technologies in the geodetic support of automobile roads.

Keywords: construction, road construction, geodetic works.

Геодезическое обеспечение – это процесс, заключающийся в создании геодезических информационных ресурсов для проведения специальных геодезических работ. Геодезическое обеспечение строительства и ремонта инженерных сооружений выполняется на всех этапах строительства (ремонта), обеспечивая технологию строительства и качества работ.

В современном мире высокие технологии проникают во все сферы жизнедеятельности человека, и строительство не стало исключением. Развитие технологий позволяет упростить решение возникающих задач с использованием минимальных трудозатрат и производить это с большей точностью и скоростью. Появились возможности вывести строительство на новый технологический уровень – использовать автоматические системы

управления техникой, внедрять технологии удаленного контроля за состоянием машин.

Существует два метода геодезического обеспечения: классический и современный. Классический метод заключается в прямом контакте с геодезическими мерными приборами и получение непосредственно (визуально) значений измеренных величин по конструктивно предусмотренным отсчетным устройствам, шкалам. Современный подход предполагает использование данных, полученных на специальных GPS-приемниках, которые принимают сигналы со спутников и записывают их в файлы.

При работе классическим методом линейные участки измеряют в двух направлениях: прямом и обратном. Предельная относительная погрешность при этом составляет от 1:1000 до 1:2000. Затем производится вынос в натуру всех углов поворота дороги. Через каждые 100 м закрепляется пикет, на нем указывают расстояние до оси строящейся автомобильной трассы [1].

Для выполнения земляных работ, кроме пикетажа и детальной разбивки кривых, производят еще и детальную разбивку самого земляного полотна. Эти работы состоят в обозначении в плане и по высоте на местности всех характерных точек, присущих поперечному профилю земляного полотна. К ним относятся: дно и бровки выемок, ось, кюветы, подшвы насыпей. Для непрерывного и безопасного движения транспорта корректируют и разбивают кривые также и в вертикальной плоскости дороги. При укладке каждого слоя насыпи ведется контроль высотных отметок. Верх основания должен иметь правильный профиль уклонов. Допустимые отклонения не должны превышать 1 сантиметра.

Современный подход к геодезическому обеспечению дорожного строительства обусловлен развитием электроники и информационных технологий. Спутниковые приёмники, системы управления дорожными машинами Leica iCON (системы нивелирования 3D) – все это позволяет минимизировать человеческий фактор и получить точные результаты с применением минимальных затрат. Проектные данные загружаются напрямую, удалённо, задача геодезиста состоит в подготовке данных и контроле полученной поверхности [2].

На основе анализа использования системы управления дорожными машинами Leica iCON в работах по строительству автомобильных дорог были сделаны следующие выводы:

1. Системы нивелирования 3D высокоэффективны для формирования поверхностей любой сложности. Точность сформированной поверхности составляет ± 2 см в плане и по высоте, что соответствует нормативам строительства [3].
2. Для работы системы нивелирования по всем слоям дорожной одежды необходимы цифровые модели поверхностей по каждому слою, благодаря чему машинист сможет работать, контролируя боковое смещение отвала и край насыпи. Данные модели экспортируются напрямую из программного

комплекса AutoCAD, «Топоматик Robur - Автомобильные дороги» или другого программного обеспечения.

3. Использование роверного геодезического комплекта позволяет мастеру участка, а также другим специалистам, производить работы по разбивке, съёмке, подсчёту объёмов, контролю формируемых поверхностей без дополнительной подготовки, в режиме реального времени круглосуточно.

4. Экономия на горюче-смазочных материалах за счёт количества проходов, а также независимость от геодезической разбивки, отсутствие брака и переделок, автономность работы системы позволяет получить производственный и экономический эффект сразу, особенно на крупных объектах дорожного строительства.

5. Внедрение систем 3D-нивелирования в производственный процесс обоснованно.

Современные решения Leica iCON позволяют исключить постоянные операции по разбивке и постоянные переделки. Появляется возможность планировать работу с запасом, системы работают независимо 24 часа в сутки, что позволяет сразу прогнозировать результат в единицах готового полотна.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Основные геодезические работы при строительстве зданий и сооружений / А.П. Пинчук, А.А. Шевченко, Ю.И. Голотина, И.А. Астахова // Научные труды Кубанского государственного технологического университета. 2016. № 8. С. 75–84.
2. Рудик Е.А. Проведение топографической съёмки с применением спутниковых систем и электронных тахеометров / Е.А. Рудик, Д.А. Гура // Сборник трудов конференции: Науки о земле на современном этапе. Материалы IV Международной научно-практической конференции. 2012. С. 118–120.
3. Грибкова Л.А. Особенности применения современных геодезических приборов и технологий при строительстве зданий и сооружений / Л.А. Грибкова, А.А. Морозов // Научные труды Кубанского государственного технологического университета. 2016. № 5. С. 59–69.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОСТРАНСТВЕННОЙ РАБОТЫ РАМНО-СВЯЗЕВОГО КАРКАСА ОДНОЭТАЖНОГО ПРОМЫШЛЕННОГО ЗДАНИЯ С МОСТОВЫМИ КРАНАМИ

А.А. Павелко, А.Л. Балушкин

Научный руководитель – **А.Л. Балушкин**, канд. техн. наук, доцент

Ярославский государственный технический университет

В статье рассмотрена пространственная работа рамно-связевого каркаса промышленного здания с мостовыми кранами. За счет жесткого покрытия из железобетонных плит поперечные и продольные рамы, работают как единый пространственный блок. По результатам статического расчета выполнено сравнение полученных усилий.

Ключевые слова: рамно-связевой каркас, крановые нагрузки, пространственная работа каркаса, жесткая связевая диафрагма, статический расчет, SCAD, усилия в колоннах.

RESEARCH OF SPATIAL WORK OF A FRAMED- COMMUNICATED FRAME OF ONE-STOUREY INDUSTRIAL BUILDING WITH BRIDGE CRANES

A.A. Pavelko, A.L. Balushkin

Scientific Supervisor - **A.L. Balushkin**, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor

Yaroslavl State Technical University

The article discusses the spatial work of the frame-link frame of an industrial building with bridge cranes. Due to the hard coating of reinforced concrete slabs, transverse and longitudinal frames work as a single spatial unit. According to the results of static calculation, a comparison of the obtained efforts is performed.

Keywords: frame-and-link frame, crane loads, spatial work of the frame, rigid coupling diaphragm, static calculation, SCAD, column forces.

Работа колонн каркаса промышленного здания отличается от работы колонн в составе плоской рамы, т.к. крановое воздействие воспринимается не только колонной, на которую непосредственно действует кран, но и соседними колоннами, расположенными в пределах одного температурного блока.

Для обоснования пространственной работы, в программном комплексе SCAD выполнены статические расчеты. Цель расчетов – сравнить усилия в колоннах при различных расчетных схемах. Расчет однопролетной рамы по оси 4. Расчет рамы по оси 4 в составе пространственного блока размерами 18,0 x 54,0 м. Суммарный вес покрытия составляет $6,4 \text{ кН/м}^2$, снеговая нагрузка для III снегового района, ветровая – для IV ветрового района. Мостовой кран грузоподъемностью $Q = 10 \text{ кН}$, режим работ 6К. Результаты расчета представлены на рис. 3, 4, 5.

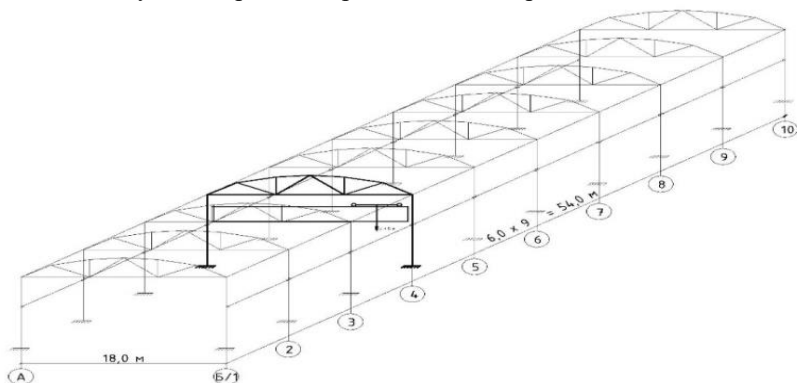


Рис. 1. Пространственный блок здания

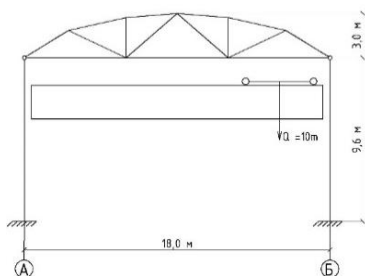


Рис. 2. Расчетная схема однопролетной плоской рамы по оси 4

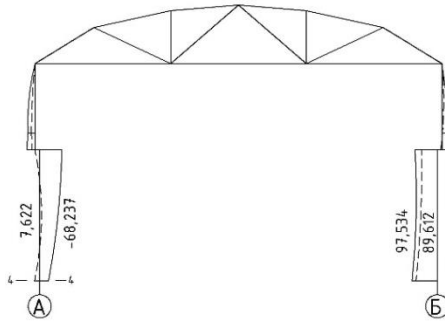


Рис. 3. Эпюра изгибающих моментов, M , $\text{kH}\cdot\text{м}$

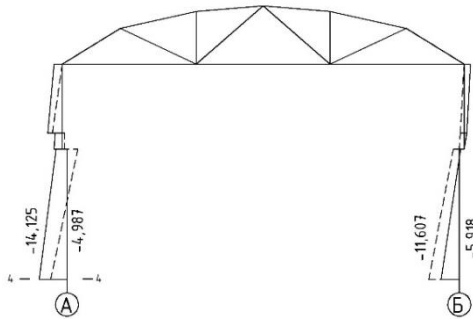


Рис. 4. Эпюра поперечной силы, Q , kH

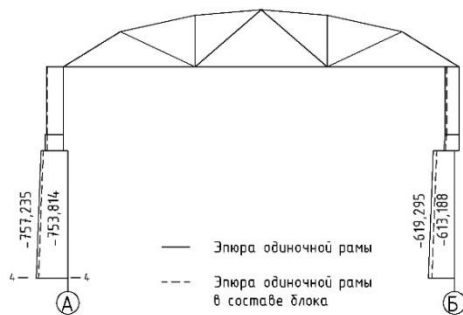


Рис. 5. Эпюра продольной силы, N , kH

Полученные результаты сведены в табл. 1.

Таблица 1. Сравнение усилий в сечении 4-4 колонны рамы по оси 4

Усилие	Однопролетная плоская рама по оси 4		Рама в составе пространственного блока L=54 м	
	Колонная по оси А	Колонная по оси Б	Колонная по оси А	Колонная по оси Б
М, кН*м	-11,813	97,534	7,622	88,612
Q, кН	-14,125	-5,918	-4,987	-11,607
N, кН	-757,235	-753,814	-691,295	-613,188

По результатам статических расчетов одиночной рамы и той же рамы в составе пространственного блока можно сделать вывод, что крановое воздействие воспринимается не только колонной, на которую непосредственно действует кран, но и соседними колоннами.

В статье в качестве исходного варианта выбран жесткий диск покрытия, который в дальнейшем предполагается использовать в качестве эталона для оценки эффективности других конструкций покрытий и их влияния на работу колонн.

Если в качестве покрытия применяются сборные железобетонные фермы, ребристые плиты, приваренные не менее, чем в трёх точках и с замоноличенными швами, то при таком покрытии жесткого диска для изгибающего момента М уменьшение составило 11 %, для поперечной силы Q – 64,7 %, для продольной силы N – 18,7 %.

В дальнейшем предполагается рассмотрение конструкции покрытия из легких металлических конструкций для многопролетного здания.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. СП 20.13330.2016 Нагрузки и воздействия. Актуализированная редакция СНиП 2.01.07-85* (с Изменениями N 1, 2).
2. ГОСТ 22045-89 Краны мостовые электрические однобалочные опорные. Технические условия (с Изменениями N 1, 2)
3. Нагрузки и воздействия на здания и сооружения / В.Н. Гордеев, А.И. Лантух-Лященко, А.В. Махинько, В.А. Пашинский, А.В. Перельмутер, С.Ф. Пичугин. М.: Изд-во СКАД СОФТ, Изд-во Ассоциации строительных вузов, ДМК Пресс, 2011. 514 с.
4. *Перельмутер А.В.* Статическое моделирование крановых нагрузок и расчетных сочетаний усилий // International Journal for Computational Civil and Structural Engineering 2017. № 13(2). С. 136-144.

СОВРЕМЕННЫЕ СПОСОБЫ УСИЛЕНИЯ РАСПОРНЫХ КОНСТРУКЦИЙ ЗДАНИЙ, ВЫПОЛНЕННЫХ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КАМЕННОЙ КЛАДКИ

Г.В. Меркулова, А.Л. Балушкин

Научный руководитель – **А.Л. Балушкин**, канд. техн. наук, доцент

Ярославский государственный технический университет

В статье разбираются понятия «арка, свод», рассматриваются возможные варианты усиления кирпичных сводов в исторических зданиях и объектах культурного наследия, представлена технология усиления методом инъектирования на основе микроцемента.

***Ключевые слова:** распорные конструкции, кирпичный свод, усиление, разрушение свода, реставрация, инъектирование, микроцемент.*

MODERN WAYS TO STRENGTHEN SPACER STRUCTURES OF BUILDINGS MADE WITH MASONRY

G.V. Merkulova, A.L. Balushkin

Scientific Supervisor - **A.L. Balushkin**, Candidate of Technical
Sciences, Associate Professor

Yaroslavl State Technical University

The article deals with the concept of "arch, vault", discusses possible options for strengthening brick vaults in historical buildings and cultural heritage sites, presents the technology of strengthening by injection based on microcement.

***Keywords:** spacer structures, brick vault, reinforcement, vault destruction, restoration, injection, microcement.*

В практике реставрации приходится сталкиваться с восстановлением различного рода конструкций: одними из самых сложных с точки зрения восстановления и расчета являются распорные конструкции: арки и своды. В русском зодчестве своды начали использовать с X века, с появлением христианства на Руси и началом строительства первых каменных православных храмов. Свод для объекта культурного наследия является не

только функциональной конструкцией, но и одним из главных элементов эстетического облика сооружения, обладающим высокой художественной ценностью.

Чаще всего арки используются для сквозных проемов, ниш. Под вертикальной нагрузкой арка работает в большей степени на сжатие.

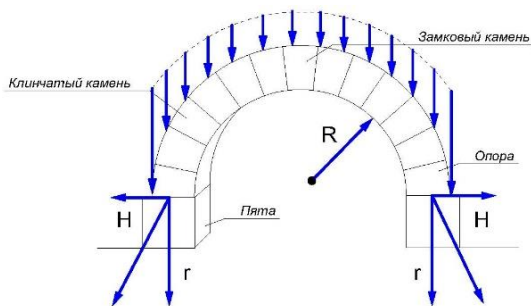


Рис. 1. Силы, действующие на арку

Своды испытывают нагрузку от собственного веса, а также от находящихся выше конструктивных элементов здания и атмосферных воздействий. Под нагрузкой свод работает преимущественно на сжатие. Возникшее вертикальное усилие сжатия своды передают на свои опоры. Во многих типах сводов возникает дополнительное усилие – горизонтальное, т. е. они начинают работать ещё и на распор. Распор – горизонтальное усилие, передающееся от свода на нижележащие конструкции.

Одними из основных видов повреждений распорных конструкций каменных зданий и сооружений являются трещины и нарушение геометрии. Для устранения повреждений в виде трещин и восстановления работоспособности кирпичной кладки сводов и арок применяются разные методы или способы усиления. Одним из способов усиления является инъектирование. В настоящее время инъекционное укрепление является наиболее приемлемым и эффективным методом при реставрации памятников архитектуры.

Сущность технологии восстановления несущей способности кирпичной кладки методом инъектирования заключается в нагнетании инъекционного состава в контактную зону кирпича, заполнении вертикальных и горизонтальных швов кладки, а также трещин. При такой технологии усиления распределение напряжений в кладке становятся более равномерными, снижаются напряжения среза и растяжения, в связи с чем повышается общая несущая способность.

Для восстановления кирпичной кладки используют различные смеси: в основном на основе портландцемента. Инновационным способом

является использование смеси с микроцементами. Микроцементы – это группа материалов, которые относятся к особо тонкодисперсным минеральным вяжущим (ОТДВ). Они производятся путем тончайшего помола цементного клинкера с последующим отделением от пыли. Марки микроцемента классифицируют по гранулометрическому составу (табл.1), применяют добавки-пластификаторы для улучшения определенных свойств. На российском рынке представлены такие марки отечественных и зарубежных представителей: ОТВД «Микродур», «Resmix», МЦ Микрорус База.

Типы сверхтонкого цемента «Микродур»: тип «Р» - на основе портландцемента (ускоренное затвердевание); тип «R» - с повышенной сульфатостойкостью (высокая проникающая способность).

Таблица 1. Характеристики дисперсности суспензий

Марка	Количество частиц с диаметром, %	Стоимость
ОТДВ «Микродур»	«S» - 95% проходят через сито 24 мкм	5 000-7 000 руб.
	«F» - 95% проходят через сито 16 мкм	
	«U» - 95% проходят через сито 9,5 мкм	
	«X» - 95% проходят через сито 6 мкм	
«Resmix»	100% проходят через сито 16 мкм	По соглашению
	95% проходят через сито 8 мкм	
	80% проходят через сито 4 мкм	
	50% проходят через сито 2 мкм	
МЦ Микрорус База	95% проходят через сито 16 мкм	2 000 руб.
	50% проходят через сито 10 мкм	

Микроскопические размеры гранул обеспечивают высокую текучесть, близкую к текучести воды, что обеспечивает заполнение всех полостей и трещин с шириной раскрытия от 0,2 мм.

Укрепление и повышение водонепроницаемости каменных конструкций достигается за счет заполнения открытых пор, трещин, имеющих в структуре камня. В связи с тем, что для инъектирования применяются цементные суспензии с В/Ц = 0,7/1,2, ее прочность после затвердевания существенно превышает прочность обычного камня. Поскольку микроцемент по минеральному составу аналогичен обычному портландцементу, гарантируется абсолютная совместимость матрицы и инъектируемого материала, т.е. для инъектирования трещин и поровой структуры происходит надежное «сшивание» отдельных элементов: камень-раствор, камень-камень.

Технология инъектирования микроцементами состоит из следующих основных этапов:

1. Подготовка основания;

2. Бурение отверстий для установки пакеров;
3. Установка пакеров;
4. Нагнетание состава в пакеры.

1. Подготовка основания. Поверхность должна быть твёрдой и полностью очищенной. Непрочные или отслаивающиеся элементы, пыль, цементное молоко и следы от опалубочной смазки необходимо очистить щёткой и/или промыть водой под давлением. Перед заливкой основание необходимо обильно смочить водой. Качественное выполнение данного этапа позволит обеспечить минимальные расходы и необходимую адгезию инъекционного состава к кирпичной кладке.

2. Следующим этапом пробуривают инъекционные шпуров диаметром 18 мм около трещин в заранее отмеченных местах. Шпуров располагают равномерно по инъеклируемому участку с шагом 300-500 мм, угол бурения 90 градусов к поверхности. Для обеспечения равномерности проникновения раствора скважины бурят в шахматном порядке (рис. 2).

3.

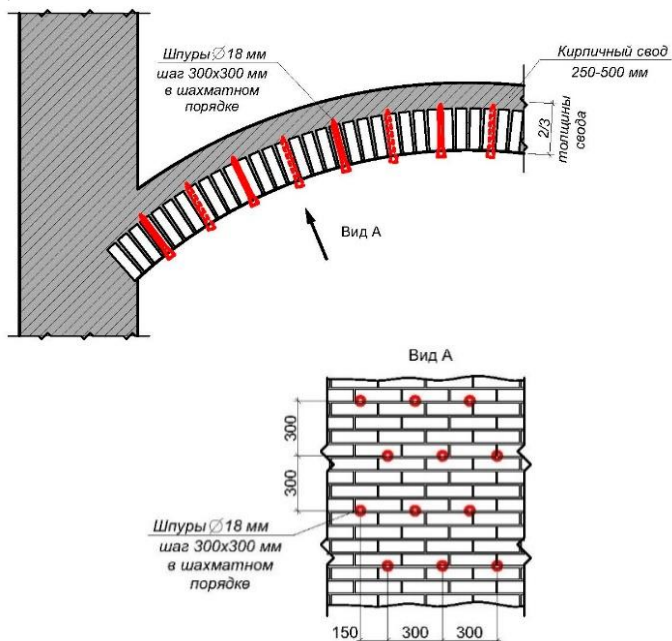


Рис. 2. Узел усиления свода

4. Далее в пробуренные шпуров устанавливают инъекционные пакеры. После установки тщательно промывают инъекционные шпуров и полость трещины водой. Начинать промывку следует с верхних отверстий и двигаться вниз, необходимо убедиться, что все свободные частицы и грязь

вымыты через нижние отверстия. Такой процесс очистки нужно повторять до тех пор, пока все внутренние полости не будут полностью очищены.

5. Инъекцирование производится с использованием мембранного насоса низкого давления (до 10 бар) с возможностью регулирования давления. В процессе инъектирования не допускается резко повышать давление в насосе на выходе материала. Инъектирование происходит снизу-вверх, переходя от одного пакера к другому в тот момент, когда из верхнего шпура начинает вытекать инъекционный состав.

После схватывания инъекционного раствора пакеры срезают, а шпуры зачеканивают ремонтным составом.

Все работы по ремонту кладки сводов должны сопровождаться разработкой технологической карты на каждый вид свода для исключения утраты фрагментов живописи на внутренних поверхностях сводчатых перекрытий и стен здания.

К достоинствам технологии инъектирования микроцементами можно отнести: высокая проникающая способность, высокая прочность и долговечность, простота приготовления раствора, быстрое твердение раствора, а также экологическая чистота, обусловленная отсутствием в их составе ядовитых и токсичных примесей.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Инъектирование как метод усиления каменных конструкций / Д.В. Курлапов, А.С. Куваев, А.В. Родионов, Р.М. Валеев // Инженерно-строительный журнал. 2009. № 3. С. 17-21.
2. Рекомендации по усилению каменных конструкций зданий и сооружений // ЦНИИСК им. В.А. Кучеренко. 2005. № 10. С. 76-78.
3. Материалы для реставрации Resmix для инъектирования, гидроизоляции [Электронный ресурс]. URL: <https://resmix.ru/>
4. Состав работ по усилению строительных конструкций суспензией ОТДВ «Микродур» [Электронный ресурс]. URL: <http://mikrodur.ru/strengthening-of-structures/>

**ОСОБЕННОСТИ РАСЧЕТНОГО ОБОСНОВАНИЯ
СПОСОБОВ ЗАЩИТЫ ГРАЖДАНСКИХ КАРКАСНЫХ
ЗДАНИЙ ИЗ МОНОЛИТНОГО ЖЕЛЕЗОБЕТОНА
ОТ ПРОГРЕССИРУЮЩЕГО ОБРУШЕНИЯ**

П.А. Смирнов, А.Л. Балускин

Научный руководитель – **А.Л. Балускин**, канд. техн. наук,
доцент

Ярославский государственный технический университет

Рассматриваются особенности защиты жилых каркасных зданий от прогрессирующего обрушения на стадии проектирования, приводятся некоторые виды локального разрушения. Вводятся некоторые меры по обеспечению защиты каркаса здания, выявляется наиболее эффективный и экономически метод защиты.

***Ключевые слова:** прогрессирующее обрушение, увеличение армирование, балки по периметру плит перекрытия, удаление колонны, армирование колонн.*

**FEATURES OF THE CALCULATION JUSTIFICATION
OF WAYS TO PROTECT CIVIL FRAME BUILDINGS MADE
OF MONOLITHIC REINFORCED CONCRETE
FROM PROGRESSIVE COLLAPSE**

P.A. Smirnov, A.L. Balushkin

Scientific Supervisor – **A.L. Balushkin**, Candidate of Technical
Sciences, Associate Professor

Yaroslavl State Technical University

The features of protection of residential frame buildings from progressive collapse at the design stage are considered, and some types of local destruction are given. Some measures are introduced to ensure the protection of the building frame, and the most effective and cost-effective method of protection is identified.

***Keywords:** progressive collapse, increased reinforcement, beams along the perimeter of floor slabs, column removal, column reinforcement.*

В настоящее время в России преобладает строительство жилых зданий из монолитного железобетона. Жилые каркасные здания из монолитного бетона должны быть защищены от прогрессирующего обрушения в случае локального разрушения несущих конструкций при аварийных воздействиях, не предусмотренных условиями нормальной эксплуатации как минимум на время, необходимое для эвакуации людей. Перемещения конструкций и раскрытие в них трещин в рассматриваемой чрезвычайной ситуации не ограничивается.

Согласно нормам [3], для железобетонных монолитных зданий при проектировании рекомендуется выполнять оценку сопротивляемости конструктивной системы прогрессирующему обрушению. Расчет здания выполняется с учётом физической и геометрической нелинейности, что обеспечивает наибольшую достоверность расчёта, снижение материалоемкости. Что отражено в нормативных документах. В нормативных документах предложены рекомендации по защите разных типов зданий от прогрессирующего обрушения. В настоящее время осуществляется дальнейшее развитие нормативной документации и методик по расчету зданий и сооружений на прогрессирующие обрушения. В частности к действующим нормам [1, 4] с 2018 года введены в действие новые нормативные документы [2, 3].

Для различных систем зданий основные рекомендации по защите от прогрессирующего обрушения реализуются в виде комплекса мероприятий. Устойчивость здания следует обеспечивать:

- превентивными мерами безопасности;
- рациональными конструктивно-планировочными решениями здания с учетом возможности возникновения аварийной ситуации;
- мерами, обеспечивающими неразрезность конструктивной системы здания, посредством совершенствования стыков и связей между конструкциями;
- применением материалов и конструктивных решений, обеспечивающих развитие в элементах конструкций и их соединениях значительных пластических деформаций, мероприятиями, аналогичными защите зданий от сейсмических воздействий.

Для оценки эффективности разных способов защиты зданий от возможных случаев прогрессирующего обрушения был выполнен численный эксперимент с использованием программного комплекса ЛИРА САПР. Исходной системой для исследования на устойчивость против прогрессирующего обрушения принято 11-этажное гражданское здание имеющее полный железобетонный каркас с монолитным безбалочным перекрытием. Шаг колонн 6х6 м, высота этажа - 3 м, размеры здания в плане 30х30 м. Колонны с размерами поперечного сечения 400х400 мм из бетона

класса В30 на 1-2 этажах, бетона класса В25 на 3-11 этажах. Плиты перекрытия толщиной $t_{пер}= 200$ мм из бетона класса В25. Монолитные стены подвала и шахты лифта толщиной $t_{ст}=300$ мм из бетона класса В30. Приложенная нагрузка на плиты перекрытия $q=0.5$ т/м². Также были учтены снеговая (IV снеговой район) и ветровая (I ветровой район) нагрузки по [2]. Общий вид схемы представлен на рис. 1. Основная часть площади 1-го этажа используется под торгово-офисные помещения – что подразумевает большую проходимость и открытый доступ. Исходя из этого, предполагается, что первый этаж наиболее подвержен рискам возникновения аварийной ситуации, связанной с возможностью взрыва. Для проверки на устойчивость от прогрессирующего разрушения проверялись наиболее опасные расчетные схемы разрушения. Цель расчетов проверить наиболее уязвимые элементы для аварийных воздействий.

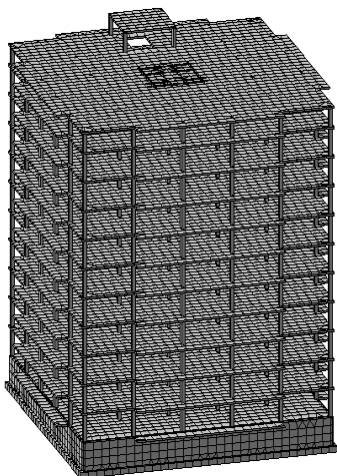


Рис. 1. Общий вид исходной конструктивной схемы здания

Колонны являются ключевыми элементами зданий и сооружений каркасного типа, поэтому рассматривались наиболее неблагоприятные варианты локального разрушения:

- разрушение угловой колонны на 1-м этаже;
- разрушение крайней колонны крайнего ряда на 1-м этаже;
- разрушение внутренней колонны на 1-м этаже;

Наиболее уязвимыми для аварийных воздействий можно считать колонны в осях, Г, Е, Ж. Поэтому разрушение было смоделировано для колонн: Г-1, Е-2 и Ж-1 (рис. 2). При удалении элементов с первого этажа, рассматривалась ситуация разрушения колонны при взрыве бытового газа.

В ходе расчета выявлено, что при удалении угловой колонны, усилия в соседних колоннах возрастают ~ на 15%, при удалении крайней колонны, усилия в соседних колоннах возрастают ~ на 20-25%, при удалении внутренней колонны, усилия в соседних колоннах возрастают ~ на 20-25%.

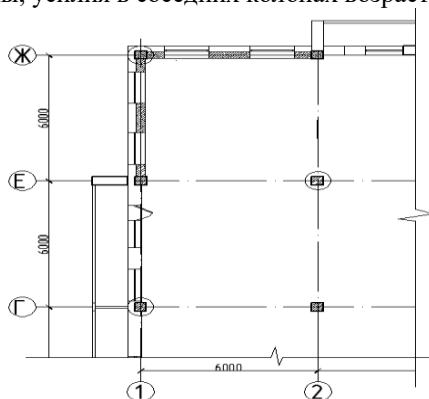


Рис. 2. Колонны, имеющие наибольшие усилия

Для анализа способов защиты здания от возможного прогрессирующего обрушения было рассмотрено два способа защиты:

1. Увеличение площади армирования соседних колонн и плит перекрытия;
2. Введение балок по периметру плит перекрытия;

При всех сценариях происходит перераспределение усилий на соседние колонны. Из-за перегрузки часть колонн выходит из строя, происходит обрушение части здания. При этом часть перекрытия разрушается. По результатам расчета подобрано армирование соседних колонн, плит перекрытия. Разрушения выявлены во всех случаях. Рассчитанного армирования недостаточно для предотвращения обрушения.

Расчет показал, что наибольшие разрушения и наибольший ущерб был выявлен при разрушении внутренней колонны (Е/2). Для предотвращения прогрессирующего обрушения был принят самый простой способ защиты здания при помощи увеличения площади армирования колонн и плит перекрытий. Дополнительно требуется усиление соседних колонн, также увеличивается армирование плит перекрытия с 1 по 6 этажи в среднем на 20%. При этом общее количество арматуры увеличивается на 40-50% по сравнению с начальной подобранной арматурой в стадии эксплуатации (табл. 1).

Таблица 1. Расход арматуры

Вариант расчета		Расход стали на весь каркас здания, т	Соотношение в %
Расчет каркаса в стадии эксплуатации без учета защитных мероприятий от прогрессирующего обрушения		611,89	100
С учетом защитных мероприятий от прогрессирующего обрушения	Расчет каркаса с удалением угловой колонны Ж/1	863,24	141
	Расчет каркаса с удалением крайней колонны Г/1	943	152
	Расчет каркаса с удалением внутренней колонны Е/2	931,99	151

В качестве альтернативы был рассмотрен вариант усиления каркаса здания с помощью введения балок по периметру плит перекрытия (рис. 3, 4). Были выполнены расчеты каркаса здания с учетом введенных балок.

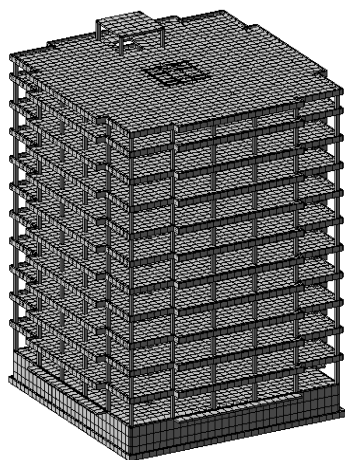


Рис. 3. Каркас здания с усилением балками

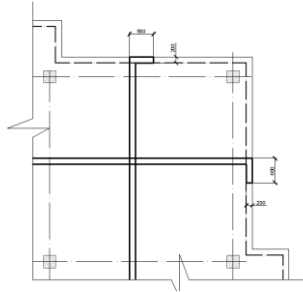


Рис. 4. Схема расположения балок усиления плит перекрытий, по периметру плиты перекрытия

По данным расчета выявлено, что при удалении угловой колонны, усилия в соседних колонах возрастают ~ на 10%, при удалении крайней колонны, усилия в соседних колонах возрастают ~ на 10-20%, при удалении внутренней колонны, усилия в соседних колонах возрастают ~ на 20-25%. При всех сценариях происходит перераспределение усилий на соседние колонны. Из-за перегрузки и нехватки несущей способности соседние колонны также выходят из строя, происходит обрушение части здания. Часть колонн и часть перекрытия разрушаются, что показано на рис. 5.

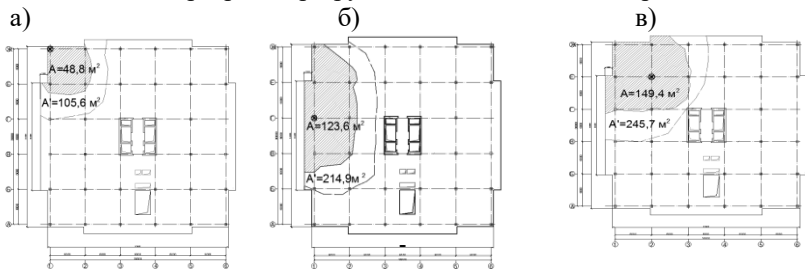


Рис. 5. Схема разрушение плиты перекрытия первого этажа: а) удаление колонны Ж/1; б) удаление колонны Г/1; в) удаление колонны Е/2

----- Границы разрушения плиты перекрытия 1-го этажа;

———— Границы разрушения плиты перекрытия 1-го этажа с введением балок по периметру плит перекрытия:

а – уменьшение на 53%; б – уменьшение на 42%; в – уменьшение на 39%;

По результатам расчета подобрано армирование колонн, плит перекрытия, фундаментной плиты, стен. Рассчитаны разные сценарии возникновения прогрессирующего обрушения. Смоделированы разрушения ко-

лонн Ж-1,Г-1 и Е-2 (крайней колонны, угловой колонны и внутренней колонны). Расчет показал, что разрушения выявлены во всех случаях, но с учетом введения балок по периметру плит перекрытия, рассчитанного армирования недостаточно для полного предотвращения обрушения. Выявлено, что при введении балок уменьшается площадь разрушения плит перекрытия. Площадь разрушения уменьшается по перекрытию в 2 раза (рис. 5). При этом по высоте здания уменьшается число разрушенных межэтажных перекрытий здания: в случае а) (рис. 5) с 5 этажей до 3, в случаях б) и в) с 9 этажей до 5. По данным расчета наибольшие разрушения и наибольший ущерб были выявлены при разрушении угловой колонны. Введение контурных балок позволяет снизить разрушения элементов, вместе с тем соседние колонны перегружаются и выходят из строя и не выдерживают действующей ой нагрузки.

Выводы:

1. Способ защиты каркаса здания от прогрессирующего обрушения, основанный на увеличении армирования ключевых элементов (1,5 раза), является не эффективным.
2. Для обеспечения устойчивости здания от прогрессирующего обрушения более эффективной можно выделить схему с балками по периметру плит перекрытий по всей высоте здания. Балки, связанные с плитой перекрытия, будут результативно работать на защиту крайних и угловых колонн, но при удалении внутренней колонны они не так эффективны.
3. Введение балок по периметру плит перекрытий является достаточно эффективным способом защиты зданий от прогрессирующего обрушения. Однако данный способ не позволяет полностью устранить риски прогрессирующего обрушения, поэтому данный способ должен быть дополнены введением связей элементов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. СП 20.13330.2016 Нагрузки и воздействия. Актуализированная редакция СНиП 2.01.07-85* (с Изменениями N 1, 2) М., 2016.
2. СП 296.1325800.2017 «Здания и сооружения. Особые воздействия» / АО "НИЦ "Строительство" - ЦНИИСК им. В.А. Кучеренко при участии АО МНИИТЭП, ФГБУ "ГГО им. А.И. Воейкова". М., 2017;
3. СП 385.1325800.2018 «Защита зданий и сооружений от прогрессирующего обрушения. Правила проектирования. Основные положения». 2019-01-06;
4. МДС 20-2.2008. Временные рекомендации по обеспечению безопасности большепролетных сооружений от лавинообразного обрушения / ФГУП «НИЦ «Строительство». М, 2008.
5. СТО-008-02495342-2009. Предотвращение прогрессирующего обрушения железобетонных монолитных конструкций зданий. Проектирование и расчёт / ФГУП «НИЦ «Строительство». М., 2009.

**АНАЛИЗ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО
СОСТОЯНИЯ ЭЛЕМЕНТОВ ЖЕЛЕЗОБЕТОННОГО КАРКАСА
МНОГОЭТАЖНОГО ЖИЛОГО ЗДАНИЯ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ
МОДЕЛЯХ УПРУГОГО ОСНОВАНИЯ**

А.А. Васильева, С.А.Тумаков

Научный руководитель – **С.А.Тумаков**, канд. техн. наук, доцент

Ярославский государственный технический университет

Рассмотрены особенности моделей упругого основания Винклера и Пастернака. Произведены расчеты, проанализированы усилия в элементах железобетонного монолитного каркаса при различных моделях упругого основания.

***Ключевые слова:** модель упругого основания, коэффициенты постели, анализ напряженно-деформированного состояния, железобетонный каркас, фундаментная плита.*

**ANALYSIS OF STRESS STRAIN STATE OF ELEMENTS
OF REINFORCED CONCRETE FRAME MULTI-STOREY
RESIDENTIAL BUILDINGS WITH VARIOUS MODELS
OF ELASTIC FOUNDATIONS**

A.A. Vasil'eva, S.A.Tumakov

Scientific Supervisor – **S.A.Tumakov**, Candidate of Technical
Sciences, Associate Professor

Yaroslavl State Technical University

We have considered the features of Winkler and Pasternak elastic base models. We made calculations and analyzed the forces in the elements of a reinforced concrete monolithic frame with different models of elastic foundation

***Keywords:** the model of an elastic foundation, coefficient of subgrade resistance, analysis of stress-strain state, reinforced concrete frame, foundation slab.*

При проектировании сооружений, взаимодействующих с податливым основанием, существует проблема представления основания в расчетной модели сооружения и задания механических свойств грунтового массива.

Для решения данных вопросов в основном применяют две упрощенные модели. Модель Винклера - с одним коэффициентом постели, который по физическому смыслу означает величину усилия, которое необходимо приложить к 1 м^2 поверхности основания, чтобы последнее осело на 1 м . Данная модель не позволяет учитывать пространственную работу грунта и взаимное влияние площадей нагружения. Моделью основания Винклера является ряд не связанных между собой упругих пружин, которые закреплены на абсолютно жестком основании. В классической теории принимаются два допущения: осадка точки поверхности основания прямо пропорциональна величине давления (P_x) в этой точке; и осадки происходят только в месте приложения нагрузки, то есть за пределами площади нагружения осадки равны нулю. Таким образом, осадки поверхности основания Винклера под нагрузкой формируют осадочную воронку, которая зеркально повторяет характер изменения нагрузки [1].

$$P_x = C_z \cdot Z_x, \quad (1)$$

где P_x – давление на подошве фундамента;

C_z – коэффициент упругости основания (коэффициент постели);

Z_x – упругая осадка грунта в месте приложения нагрузки.



Рис. 1. Схематическая модель гипотезы Винклера

Следующим шагом в поиске устранения вышеперечисленных проблем стала разработка модели, предложенной П.Л.Пастернаком, являющейся универсальной, учитывающей распределительную способность грунта. В модели применяются параметры: C_1 – коэффициент жесткости линейно деформируемого основания при сжатии (действие вертикальной нагрузки); C_2 – коэффициент жесткости линейно деформируемого основания при сдвиге (действие горизонтальной нагрузки). В данной теории коэффициент C_1 учитывает как вид, так и форму и размеры фундаментов, переменные свойства грунтов по глубине и в плане, работу грунта за преде-

лами фундамента. Важно, что параметр C_2 учитывает совместные горизонтальные деформации основания и фундамента при действии горизонтальных нагрузок [3].

Коэффициент постели C_1 вычисляется по формуле [2]:

$$C_1 = \frac{E}{H(1 - 2\nu^2)}, \quad (2)$$

где E – усредненное значение модуля деформации грунта;

H – глубина сжимаемой толщи, м;

ν – коэффициент Пуассона.

Коэффициент постели C_2 вычисляется по формуле [2]:

$$C_2 = \frac{EH}{6(1 + \nu)}. \quad (3)$$

В качестве инструмента для расчета каркаса многоэтажного жилого здания выбран программно-вычислительный комплекс “SCAD Office”. Согласно п. 2.37 СП 22.13330.2011 “Основания зданий и сооружений”, расчёт основания должен производиться из условия совместной работы сооружения и основания. Для вычисления коэффициентов постели используются средние (в пределах зафиксированной глубины сжимаемой толщи) значения модуля деформации и коэффициента Пуассона. При совместной работе с системой SCAD в программу КРОСС передается очертание фундаментной плиты, выполняется расчет коэффициентов постели, значения которых возвращаются в SCAD и назначаются элементам схемы.

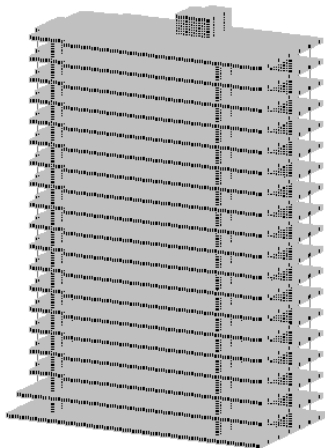


Рис. 2. Расчетная модель здания

В качестве объекта для проведения анализа был выбран 16-ти этажный жилой дом с монолитным железобетонным каркасом, размерами в плане 38x20м. Инженерно-геологические условия представлены на Рисунке 3. Для проведения исследования были произведены расчеты элементов железобетонного монолитного каркаса здания при двух различных моделях упругого основания - модели Винклера и Пастернака.

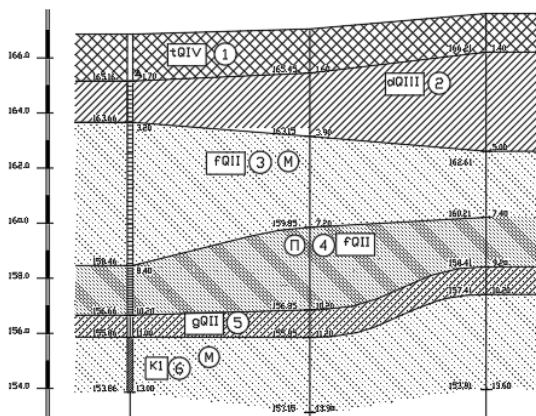


Рис. 3. Инженерно-геологический разрез грунтов основания

Таблица 1. Средние значения коэффициентов постели

Модель Винклера	Модель Пастернака	
$C_1, \text{кН/м}^3$	$C_1, \text{кН/м}^3$	$C_2 \text{кН/м}^3$
2623,138	3207,796	10082,17

Таблица 2. Результаты расчетов

Результаты расчета	Модель Винклера		Модель Пастернака	
	1	2	3	
Максимальная осадка	1,255 см		1,361 см	
Средняя осадка	0,911 см		0,971 см	
Суммарное перемещение:	Максимальное	Минимальное	Максимальное	Минимальное
По X, мм	2,028	-3,194	1,767	-2,732
По Y, мм	2,536	-0,642	1,983	-0,764
По Z, мм	0	-11,786	0,054	-9,997

Усилия в элементах каркаса здания:	Максимальные	Минимальные	Максимальные	Минимальные
NX, кН	6026,496	-963,397	4571,742	-844,993
NY, кН	6139,639	-1047,154	4603,055	-863,82
TXУ, кН	1237,982	-1585,764	995,688	-1162,795
MX, кН/м	503,288	-2533,991	451,591	-2200,988
MY, кН/м	476,83	-2708,544	390,704	-2192,676
MXУ, кН/м	656,973	-1632,115	494,924	-1371,155
QX, кН	5796,343	-3690,573	5070,301	-3192,036
QY, кН	7722,147	-3800,928	6267,259	-3194,912
Rz, кН	0	-59,206	0,163	-31,948
Суммарная нагрузка на фундамент	1852,45 Т		1924,692 Т	
Крен фундаментной плиты	0,008 град		0,009 град	

Анализ результатов расчета показал, что метод учета геологических особенностей основания является значимым фактором при расчете усилий в конструкциях. Данный фактор оказывает значимое влияние на перемещения узлов конструкции и напряжения в элементах - усилия в элементах каркаса здания отличаются при различных моделях упругого основания.

Суммарные перемещения при расчете с использованием одного коэффициента постели больше в среднем на 15-20%, чем при использовании двух коэффициентов постели, максимальная и средняя осадка при расчете по модели Пастернака больше на 6-8%, чем при расчете по модели Винклера, что было совпадает с результатами исследования ученых, работающих над этой проблемой. [3,4].

Таким образом, модель Пастернака наиболее реалистично отражает свойства грунтов основания, а значит более адекватна для совместного расчета фундамента и каркаса здания. Но если задача заключается только в определении усилий в элементах каркаса здания, то модель Винклера с достаточной точностью отражает эти усилия.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Winkler E. Die Lehre von der Elastizität und Festigkeit. Prague, 1867.
2. Пастернак П.Л. Основы нового метода расчета фундаментов на упругом основании при помощи двух коэффициентов постели. Государственное издательство литературы по строительству и архитектуре. М., 1954.

3. *Горбунов-Посадов М.И.* Расчет конструкций на упругом основании / М.И. Горбунов-Посадов, Т.А. Маликова. М.: Стройиздат, 1973.
4. *Семенов В.В.* Фам Дык Кьонг. Коэффициент постели и его использование при расчете взаимодействия фундаментных плит и грунтовых оснований // Промышленное и гражданское строительство. М., 2008.

АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ ДЕФОРМАТИВНОСТИ СВАЙНОГО ОСНОВАНИЯ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ ЖЕЛЕЗОБЕТОННОГО КАРКАСА ЖИЛОГО ЗДАНИЯ

А.Е. Щедрёнкин, С.А. Тумаков

Научный руководитель – **С.А. Тумаков**, канд. техн. наук,
доцент

Ярославский государственный технический университет

Рассматривается актуальность использования свайного основания в современных экономических условиях. Создается конечно-элементная модель железобетонного каркаса здания и модель фундамента. Определяется усилия в каркасе здания с учетом податливости основания.

Ключевые слова: свайное основание, конечно-элементная модель, напряженно-деформированное состояние, программный комплекс SCAD.

ANALYSIS OF THE INFLUENCE OF DEFORMATION OF PILE FOUNDATION IN THE DESIGN OF REINFORCED CONCRETE FRAME RESIDENTIAL BUILDINGS

A.E. Shchedrenkin, S.A. Tumakov

Scientific Supervisor – **S.A. Tumakov**, Candidate of Technical
Sciences, Associate Professor

Yaroslavl State Technical University

The relevance of using a pile Foundation in modern economic conditions is considered. A finite element model of the reinforced concrete frame of the building and a model of the Foundation are created. The strength in the building frame is determined taking into account the flexibility of the base

Keywords: pile Foundation, finite element model, stress-strain state, SCAD software package.

В настоящей работе рассматривается вопрос взаимодействия железобетонного каркаса здания со свайным основанием.

В рамках научно-исследовательской работы производится исследование влияния деформативности свайного основания при проектировании железобетонного каркаса жилого здания.

Исходными данными были следующие параметры:

Колонны в подвальной части сечением 400х400, 500х500 – из бетона В25, под балками – 600х600 из бетона В40, армированные каркасами из арматурных стержней класса А500С;

Плита перекрытия подвала толщиной 300 мм подкреплена балками из бетона В40. Плиты армированы отдельными стержнями арматуры класса А500С, в зонах продавливания колоннами и по краям стен установлена вертикальная (поперечная) арматура в виде сеток 4С-5В500-50. Железобетонные балки (ребра плиты) сечением 1200х1000(н);

Остальные перекрытия безбалочные, плиты толщиной 220 мм из бетона В25. Ростверки – высотой 900 мм из бетона класса В25, W6, F150, армированные арматурой класса А500С;

Характеристики грунтов по слоям предоставлены ниже:

Насыпной грунт мощность слоя – 2,4-3,6 м.;

Песок пылеватый Мощность слоя – 1,0-2,0 м., $E = 15$ МПа;

Суглинок тугопластичный, Мощность слоя – 1,6-5,8 м., $E = 21$ МПа;

Песок гравелистый. Мощность слоя – 0,8-2,5 м., $E = 40$ МПа;

Суглинок полутвердый и тугопластичный (местами легкая глина).

Мощность слоя – 1,0-2,7 м., $E = 15$ МПа;

Суглинок твердый и полутвердый. Максимально вскрытая мощность слоя 14,0 м., $E = 35$ МПа;

Моделирование расчетной схемы выполнено для многоэтажного жилого здания по адресу: ул. Чернопрудная, д. 17/1 во Фрунзенском р-не г. Ярославля.

Ввиду неоднородности залегания грунтов приняты 2 типа свай С60.30-7 и С70.30-8. Расчетная несущая способность для С70.30-8 составляет 44,2 т и для свай С60.30-7 34,6 т.

Руководствуясь целью, была создана конечно-элементная модель железобетонного каркаса здания. Моделирование производилось в программном комплексе SCAD Office. Для определения коэффициентов «жесткости» грунта было подобрано необходимое количество свай в ростверках, определены вдавливающие нагрузки и размеры осадок свай.

Был произведен численный расчет свайного фундамента, при этом моделирование реакций грунта на тело свай осуществлялось в соответствии с [1]. Для этого вычисляли назначаемые жесткости связей по направлению X и Y по формулам [3]:

$$Y = K \cdot z_i \cdot b_p \cdot l_i , \quad (1)$$

$$X_i = K \cdot z_i \cdot b_p \cdot l_i , \quad (2)$$

где K – коэффициент пропорциональности;
 z_i – расстояние от поверхности грунта до i -й связи конечной жесткости;

b_p – условная ширина сваи;

l_i – длина i -го элемента в расчетной модели.

$$Z_i = \frac{P}{S} , \quad (3)$$

где P – вдавливающие усилия;

S – осадка сваи, определяемая по [1].

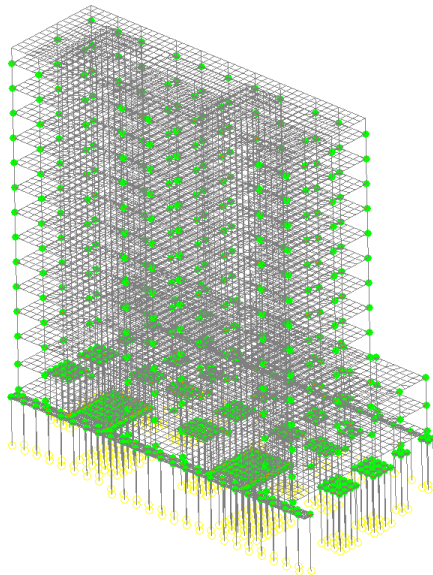


Рис. 1

В результате выполненных вычислений получены усилия в элементах здания по двум вариантам: без учета деформативности свайного основания (рис. 2) и с учетом деформативности свайного фундамента (рис. 3).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. СП 24.13330.2011. Свод правил. Свайные фундаменты. Актуализированная редакция взамен СНиП 2.02.03-85. М.: Изд-во ФГУП «СТАНДАРТИНФОРМ», 2019. 85 с.
2. Проектирование свайных фундаментов: Учебное пособие. Ярославль: Изд-во ЯГТУ, 2010. 180 с.
3. *Щедрёнкин А.Е.* АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ ДЕФОРМАТИВНОСТИ СВАЙНОГО ОСНОВАНИЯ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ ЖЕЛЕЗОБЕТОННОГО КАРКАСА ЖИЛОГО ЗДАНИЯ / [Электронный ресурс] / А.Е. Щедрёнкин, С.А. Тумаков // Семьдесят вторая всероссийская научно-техническая конференция студентов, магистрантов и аспирантов высших учебных заведений с международным участием. Ч. 2. Ярославль: Изд-во ЯГТУ, 2019. С. 897-900.

ВЛИЯНИЕ РАСПОЛОЖЕНИЯ НЕРАВНОМЕРНО РАСПРЕДЕЛЕННОЙ НАГРУЗКИ НА УСИЛИЯ В МОНОЛИТНЫХ ПЕРЕКРЫТИЯХ

Н.Д. Фрюнин, Т.С. Пономарева

Научный руководитель – **С.А. Тумаков**, канд. техн. наук,
доцент

Ярославский государственный технический университет

Описывается существующий подход к проектированию железобетонных конструкций, рассмотрены основные моменты проектирования монолитных железобетонных перекрытий. Рассмотрены особенности расчета монолитных железобетонных перекрытий с учетом расположения нагрузок.

Ключевые слова: монолитные перекрытия, неравномерное загрузеение, изгибающий момент, внутренние усилия.

INFLUENCE OF UNEVENLY DISTRIBUTED LOAD ON MONOLITHIC OVERLAPPINGS

N.D. Fryunin, T.S. Ponomareva

Scientific Supervisor – **S.A. Tumakov**, Candidate of Technical
Sciences, Associate Professor

Yaroslavl State Technical University

The existing approach to the design of reinforced concrete structures is described, the main points of the design of monolithic reinforced concrete floors are considered. The features of the calculation of monolithic reinforced concrete slabs taking into account the location of loads are considered.

Keywords: monolithic overlaps, uneven loading, bending moment, internal forces.

Железобетонные конструкции в современном строительстве получили широкое распространение в виду того, что из монолитного железобетона можно выполнить конструкцию любой формы и размера, определенные архитектурным решением сооружения.

Исследования работы железобетона под нагрузкой с момента его появления позволили систематизировать расчеты по предельным состояниям и разработать на их основе подробные условия и требования проектирования этих конструкций, отраженные в действующей нормативной литературе [1].

Во время конструирования и расчета железобетонных конструкций для определения размеров сечений, проверки несущей способности и подбора армирования необходимо знать значения внутренних усилий, из которых одним из основных будет являться изгибающий момент. Изгибающий момент очень важен для конструкций из бетона, потому что этот материал очень плохо работает на растяжение, для увеличения сопротивления растяжению в тело конструкций устанавливают арматурные стрежни и каркасы.

Железобетонные конструкции можно проектировать с некоторыми допущениями, применяя положения строительной механики, относящиеся к упругим телам.

В расчетных схемах конструкций, не относящихся к перекрытиям полезная нагрузка, которую необходимо воспринимать, не настолько динамична. Благодаря этому их расчетные схемы не такие сложные, как у конструкций перекрытий, и обладают незначительной вариативностью.

При расчете перекрытий схемы загрузений не могут быть простыми и единственно возможными. В качестве примера можно привести определение моментов в сечениях ригеля в предположении упругой работы. При решении этой задачи рассматриваются три схемы загрузения (рис. 1) [2].

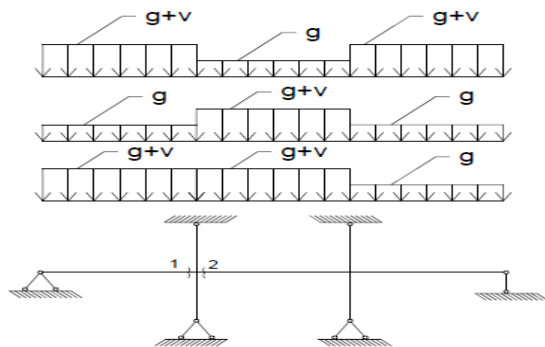


Рис. 1. Схемы загрузки рамы:

- 1 – загрузка, дающее максимальный момент в пролетах;
- 2 – загрузка, дающее минимальный момент в пролетах;
- 3 – загрузка, дающее максимальные опорные моменты в сечениях 1 и 2

Эти схемы показывают, что влияние неравномерного нагружения на подобные конструкции гораздо более значимо, чем влияние распределенной нагрузки максимального значения. Исследовательские работы по учету неравномерного нагружения в конструкциях перекрытий ведутся давно. Влияние схемы расположения нагрузки на перекрытии изучали Тамразян А.Г. совместно с Манаенковым И.К. [3]. Они рассматривают влияние дополнительной нагрузки, передаваемой колонной на перекрытие или иной сосредоточенной силой вдали от свободного края перекрытия. В качестве примера взято место стыка колонны с перекрытием, на котором демонстрируют влияние, получаемых изгибающих моментов на разрушающее усилие. На основании этих моментов вычисляется коэффициент, который может кратно увеличивать разрушающее усилие

Малахова А.Н. в своей работе [4] выполнила расчеты плиты перекрытия, после чего произвела осмотр реальной конструкции и выявила то, что выполненная плита получила в процессе эксплуатации повреждения, которые были вызваны недостаточным армированием. В ее работе также сделан вывод: особенности работы монолитного балочного перекрытия под нагрузкой могут быть связаны с параметрами жесткости контурных балок перекрытия.

Если работа перекрытия связана с параметрами жесткости балок, то и характер нагружения плиты будет влиять на усилия в сечениях так же, как на усилия в балках. А значит, неравномерное приложение нагрузки оказывает существенное влияние на значения усилий, по которым ведут расчет.

В предисловии «РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПРОЕКТИРОВАНИЮ УЧАСТКОВ ПЕРЕКРЫТИЙ ПОД ПОВЫШЕННЫЕ НАГРУЗКИ В ПРОМЫШЛЕННЫХ ЗДАНИЯХ» указывается на то, что при проектировании многоэтажных производственных зданий временные нагрузки на перекрытия могут достигать максимальных значений на отдельных участках проектируемых перекрытиях и покрытиях сооружения. Эти участки с максимальной нагрузкой не могут занимать площадь большую, чем 10% от площади сооружения, и в тоже время могут превышать нагрузки на остальные площадки перекрытия в 1,2-3 раза. Для корректного выбора рекомендуется заранее выбирать наиболее нагруженные участки и размещать их в местах наибольшей устойчивости.

Эти рекомендации отлично подходят для производственных зданий, где не бывает «простаивающих площадей». Однако в жилых и общественных зданиях редко встречается ситуация, при которой все перекрытие будет нагружено по всей площади. Обычно в таком случае нагрузка будет распределяться отдельными участками соответственно технологии или плана осуществляемых процессов. А люди, находящиеся в этих зданиях, при скоплении в достаточно большие группы могут создать нагрузки

аналогичные экстремальным в производственных зданиях, с той разницей, что рядом могут располагаться участки, на которые не будет других нагрузок, кроме собственного веса конструкции. И не известно, насколько это может негативно сказаться на конструкции.

Наша цель - изучение влияния подобного распределения нагрузки и определение неблагоприятной и самой невыгодной расчетной ситуации по расположению нагрузок на перекрытии.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Шейх Н.* Анализ проектирования железобетонных конструкций зданий для строительства [Электронный ресурс] // Молодой ученый. 2018. № 22. С. 193-195. URL: <https://moluch.ru/archive/208/51123/> (дата обращения: 03.02.2020).
2. *Шишов И. И.* Неупругие деформации в конструкциях из железобетона: учеб. пособие / И.И. Шишов // Владим. гос. ун-т. Владимир: Изд-во Владим. гос. ун-та, 2008. 88 с.
3. *Тамразян А.Г.* К расчету плоских железобетонных перекрытий при локальном приложении нагрузки. Безопасность строительного фонда России / А.Г. Тамразян, И.К. Манаенков // Проблемы и решения. 2017. № 1. 156-161 с.
4. *Малахова А.Н.* Особенности работы монолитного балочного перекрытия под нагрузкой // Вестник МГСУ. 2013. № 11. С. 50-57

ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ПОСТНАПРЯГАЕМОЙ АРМАТУРЫ БЕЗ СЦЕПЛЕНИЯ С БЕТОНОМ В ПЕРЕКРЫТИЯХ ГРАЖДАНСКИХ ЗДАНИЙ

К.А. Фалева

Научный руководитель – **А.Л. Балушкин**, канд. техн. наук, доцент

Ярославский государственный технический университет

В статье рассматривается применение технологии постнапряжённого армирования в гражданских зданиях. Приводятся особенности конструирования, а также примеры зданий с такими перекрытиями.

Ключевые слова: *постнапряжённая арматура, безбалочное перекрытие, моностренд, арматура без сцепления с бетоном.*

PECULIARITIES OF APPLICATION OF THE POST-TENSIONED FLOORS IN CIVIL BUILDINGS

K.A. Faleva

Scientific Supervisor - **A.I. Balushkin**, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor

Yaroslavl State Technical University

The article discusses the use of post-tensioned floors technology in civilian buildings. Design features are given, as well as examples of buildings with such floors.

Keywords: *post-tensioned armature, bezel-less floor, monostrend, armature without adhesion to concrete.*

Одна из основных задач при проектировании конструкций перекрытий в гражданских зданиях – это уменьшение его толщины, (в жилых зданиях, например, максимальная толщина перекрытия не должна превышать 250 мм). Использование постнапряжённой арматуры позволяет сократить толщину перекрытия без уменьшения пролёта. Постнапряжение выполняется на строительной площадке, что даёт возможность армировать монолитные конструкции, которые дают большую вариативность архитектурным и планировочным решениям

Технология постнапряжения предполагает натяжение арматуры на затвердевший бетон в условиях строительной площадки. Напрягаемую арматуру в пластиковой оболочке располагают в опалубке до бетонирования. После достижения бетоном передаточной прочности (равной 80 % от проектной [1]) арматуру напрягают при помощи домкратов, совмещающих функцию анкеров, расположенных в зоне анкеровки стержней. Постнапряжённая арматура работает без сцепления с бетоном на протяжении всего периода эксплуатации.

В конце 20 века постнапряжённость использовалось, в основном, при строительстве мостов. В гражданском строительстве данная технология стала широко использоваться в последние 2 десятилетия. За рубежом на данный момент постнапряжение активно используется при возведении монолитных перекрытий [2]. С данной арматурой конструируют перекрытия, плитные фундаменты.

В России на данный момент технология постнапряжения используется не так широко. Технология применяется, в основном, при строительстве мостов и промышленных сооружений, уникальных зданий и объектов.

Армирование перекрытий производят «монострендами». «Моностренд» - это арматурный канат в оболочке, заполненной смазкой для снижения трения каната о стенки оболочки. Оболочка представляет собой полимерную трубку диаметром 1,2-1,3 диаметра каната. После бетонирования оболочка также будет играть роль эффективной антикоррозионной защиты. В качестве постнапряжённой арматуры в основном применяют семипрядевые арматурные канаты типа К7 по ГОСТ Р 53772-2010 диаметром от 12 до 15,7 мм и классом по прочности 1770 и 1860 н/мм². В сечении арматуру укладывают по эпюре моментов, как правило, криволинейно.

Постнапряжение используют в плитах перекрытий высотой сечения 200-250 мм. В плоских перекрытия целесообразно проектировать пролёты от 6 до 12 м.

Принципиально различают две разновидности конструктивных схем постнапряжённого армирования: в одном направлении или в двух направлениях.

Данный тип армирования может применяться в зданиях с опорами в виде колонн или стен/пилонов. В плане арматуру располагают прямолинейно или же криволинейно, также располагают моностренды, например, в радиальном направлении (рис. 2).

Наиболее часто стренды располагают в надколонных полосах плиты шириной 1-2 м, при этом в пролётных полосах арматуру не располагают (рис. 2). Такая раскладка позволяет рационально располагать анкерные устройства, а также устраивать различные отверстия и технологические проёмы.

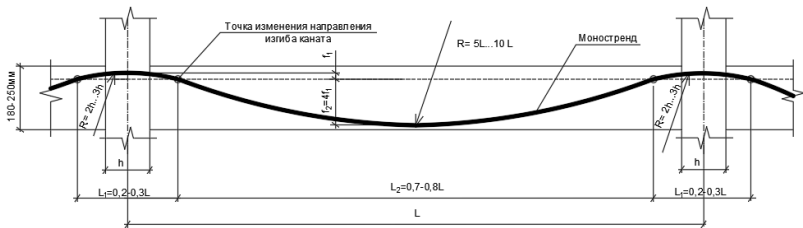


Рис.1 Схема расположения моностренда в сечении. Конструктивные размеры в соответствии с [3]

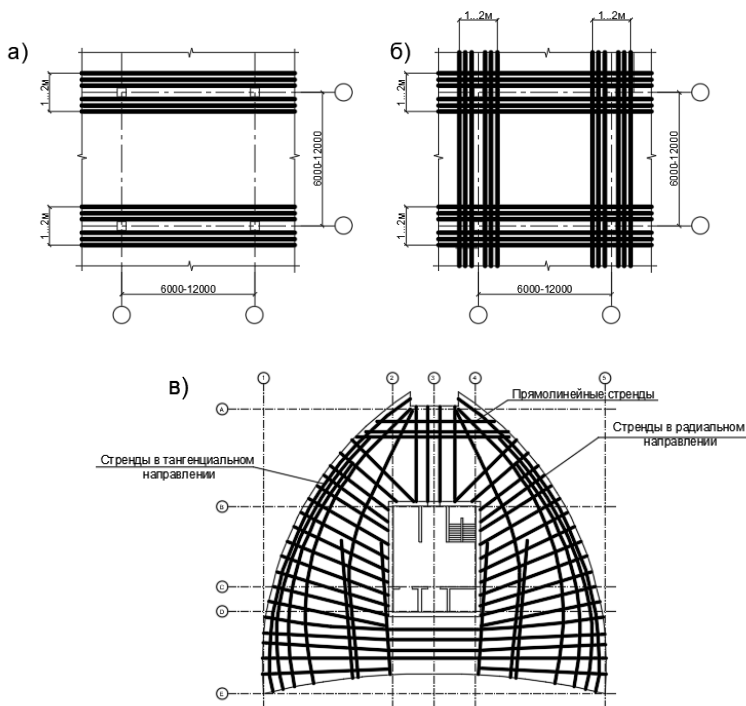


Рис.2 Схемы армирования постнатяжёнными элементами [2]:
 а) в одном направлении; б) в двух направлениях;
 в) с криволинейной раскладкой стержней

В постнатяжённых перекрытиях по площади в нижней части сечения конструкции укладывают плоские сетки фоновое армирования из арматуры класса А500с) диаметрами $\varnothing 8-12$ мм, с квадратной ячейкой

200x200. В центральной части ячейки, как правило, укладывается сетка дополнительного армирования. В надколонных участках укладывают верхние сетки (рис. 4).

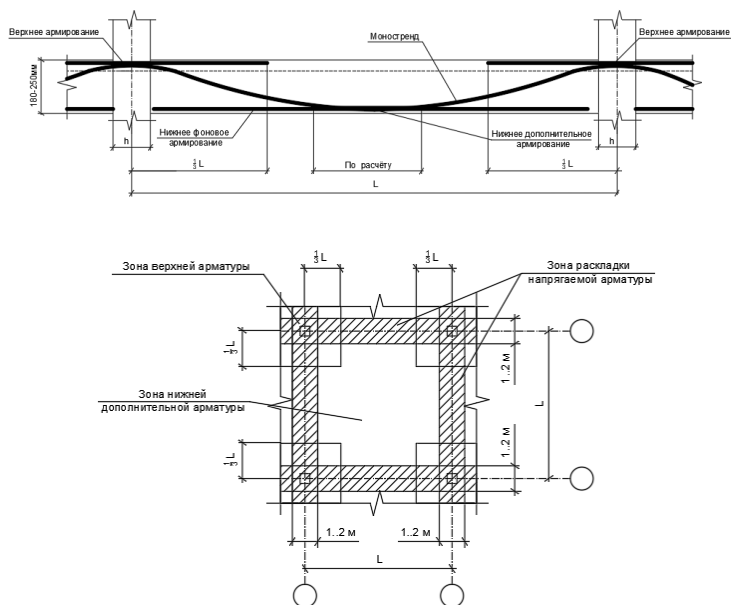
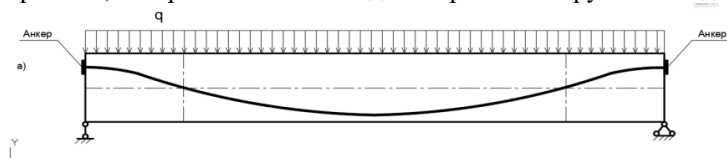


Рис.3 Схема расположения ненапрягаемой арматуры в перекрытии

Основным недостатком такой системы является возможность выхода из строя анкерного устройства или самого арматурного каната. В этой ситуации напряжение в канате падает до нуля, а замена каната потребует достаточно сложных операций. Данный недостаток компенсируется тем, что в одной «полосе» армирования устанавливают как минимум 2 стренда, что позволяет минимизировать потерю напряжения на данном участке.

Рассчитывают постнатягаемые перекрытия методом конечных элементов в специализированных программных комплексах, позволяющих моделировать стренды специальным инструментом, либо в таких программах, которые позволяют задавать разные нагрузки на отдельные КЭ.



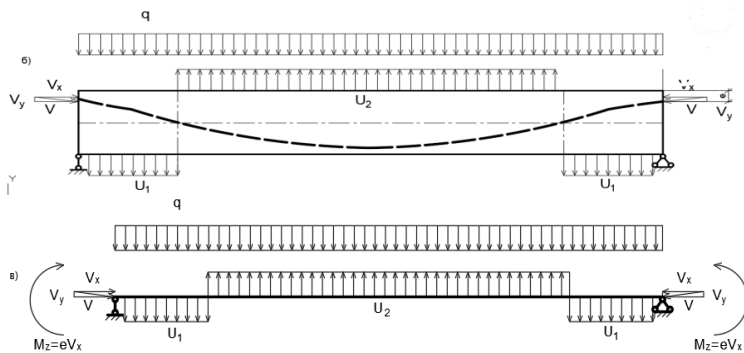


Рис.4 К расчёту перекрытий с постнатяжённой арматурой:
 а) исходная схема с внешней нагрузкой; б) схема усилий в сечении;
 в) итоговая расчётная схема

При расчёте таким методом напрягаемая арматура моделируется в виде внешней нагрузки, значение которой определяется методом балансовых сил [4]. Параболическая раскладка стержня позволяет передавать усилия обжатия не только в точках анкеровки арматуры, но и по всей длине стренда. При резких перегибах напряжение моделируется в виде сосредоточенных сил, при плавных очертаниях стренд заменяется распределённой нагрузкой. При несоосности стренда и перекрытия в точках анкеровки прикладывается дополнительный момент.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Портаев Д.В.* Расчёт и конструирование монолитных преднапряжённых конструкций гражданских зданий: Научное издание. М.: Издательство АВС, 2011. 248 с.
2. Post-tensioning Manual 6-th edihion. РТИ, 2006.
3. *Асатрян В.Г.* Патент RU 22162 U1 - В.Г.Асатрян, А.И. Звездов, Г.К. Хайдуков. 10.03.2002.
4. Конструкции железобетонные монолитные с напрягаемой арматурой без сцепления с бетоном. Правила проектирования : Методическое пособие. М.: Министерство строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации, 2017.

ТЕХНОЛОГИИ СТРОИТЕЛЬСТВА БЫСТРОВЗВОДИМЫХ ЗДАНИЙ

Е.А. Юрьева

Научный руководитель – **Г.Н. Голубь**, канд. техн. наук,
доцент

Ярославский государственный технический университет

В статье рассмотрены основные типы быстровозводимых зданий и сооружений. Проанализированы технологии их возведения, а также основные преимущества и недостатки.

Ключевые слова: быстровозводимые здания, каркасно-щитовой метод, метод несъемной опалубки, модульные здания, каркасная система ЛСТК.

TECHNOLOGIES FOR CONSTRUCTION OF PREFABRICATED BUILDINGS

E.A. Yurieva

Scientific Supervisor – **G.N. Golub**, Candidate of Technical
Sciences, Associate Professor

Yaroslavl State Technical University

The article describes the main types of pre-fabricated buildings and structures. The technologies of their construction, as well as the main advantages and disadvantages, are analyzed.

Keywords: prefabricated buildings, frame-panel method, fixed formwork method, modular buildings, LSTC frame system.

Первые быстровозводимые здания появились в XII веке в Англии, позже в Шотландии. Практичности и долговечности каркасного домостроения в Англии может служить построенный в 1500 году в Шеффилде Bishops House, то есть Архиепископский дом.

Модульные быстровозводимые здания начали набирать популярность в начале 20-го века в Америке. Первоначально это был дом-трейлер, который использовался как бюджетный способ путешествия по стране.

Модульный рынок начал значительно развиваться в конце Второй мировой войны. Спрос на дома был больше, чем рынок мог справиться с

традиционным процессом строительства. Это привело к тому, что люди стали искать решения для повышения эффективности и снижения стоимости строительства нового жилья.

В настоящее время развитие строительства быстровозводимых зданий обусловлено потребностью в доступном загородном жилье и зданиях различного назначения, возводимых в короткие сроки.

Сегодня для строительства быстровозводимых зданий в основном используются такие методы, как каркасно-щитовой, каркасно-монолитный, блочно-модульный, бескаркасный панельный и каркасную систему легких стальных тонкостенных конструкций (ЛСТК).

Каркасная система легких стальных тонкостенных конструкций (ЛСТК) представляет собой холоднокатаный профиль толщиной до 3-4 мм и лёгкие балки из тонкого оцинкованного листа, которые используются для строительства быстровозводимых зданий.

ЛСТК применяются в малоэтажном жилом строительстве (таунхаусы, коттеджи) и в коммерческом строительстве (при строительстве промышленных складов, гаражей, парковок, магазинов и др.).

Преимуществами данного метода являются: скорость строительства, экологичность, коррозионная стойкость, всесезонное строительство, отсутствие необходимости тяжелой техники на строительной площадке, невысокая себестоимость, большой срок службы.

Вышеперечисленные преимущества относятся не только к системе ЛСТК, но и к каркасным конструкциям в целом.

Большой популярностью в современном строительстве пользуется каркасно-щитовой метод. Зарекомендовал себя данный способ возведения зданий как экономичный, быстрый, практичный и качественный. Суть данного метода заключается в том, что металлический либо деревянный каркас возводят непосредственно на строительной площадке, а затем к полностью готовому каркасу крепят сэндвич-панели на основе древесных волокон с покрытием. Поскольку такое здание имеет небольшой вес, это позволяет возводить здания на фундаментах плитного и ленточного типа.

Одним из главных преимуществ каркасных зданий считается низкая стоимость. Если сравнивать стоимость каркасного и кирпичного дома, то разница в их цене будет существенная. Также преимуществом каркасных домов считается скорость их возведения, от начала строительства до сдачи в эксплуатацию проходит от трех до пяти месяцев.

К недостаткам каркасно-щитового метода относят то, что каркасные дома менее экологичны, чем другие виды, по причине применения синтетических материалов и затрудненного воздухообмена. Кроме того, технология каркасного дома зачастую не позволяет возводить здания высотой более двух этажей, таких здания затруднена перепланировка и они имеют достаточно небольшой срок эксплуатации.

Современная технология- строительство сооружений с использованием несъемной опалубки. Особенностью такой технологии является использование панелей или блоков из различных материалов, которые монтируются в единую опалубочную конструкцию.

Различают несколько видов несъемной опалубки: из керамзитобетона, из пенополистирола с пустотами по технологии "Изодом", облицовочная несъемная опалубка "Техноблок", армированные панели, деревобетонные блоки или панели из арболита. Различаются эти виды между собой материалами, из которых состоит данная конструкция.

Преимуществами метода несъемной опалубки: скорость строительства, простота монтажа и достаточно низкая цена.

Одним из самых популярных методов возведения быстровозводимых зданий в настоящее время является блочно-модульный метод строительства.

Чаще всего модульные здания необходимы для строительства в отдаленных и труднодоступных районах, на строительных площадках, в вахтовых поселках. Однако в настоящее время модули используются для строительства зданий различных размеров и назначений: офисов, магазинов, школ, общежитий.

Модульные здания стали популярны в первую очередь из – за низкой цены – блок-контейнеры, объединенные в единое здание, позволяют осуществить строительство с минимальным количеством затрат. При этом качество и комфортность жилых помещений практически не уступают капитальным зданиям. В последнее время некоторые компании предлагают своим клиентам индивидуальный дизайн каждого блока, тем самым делая каждое помещение более привлекательным. Производство модульных зданий осуществляется с использованием передовых технологий и современных материалов.

Здание возводится из блоков, изготовленных в заводских условиях, с учетом всех транспортных и эксплуатационных нагрузок. Поэтому монтаж, демонтаж и многократная транспортировка таких зданий никак не влияет на конструкцию, что позволяет расширить площадь уже эксплуатируемого здания за счет добавления дополнительных модулей. Конструкция получается достаточно легкая, поэтому нет необходимости закладывать дорогостоящий фундамент.

Основные преимущества модульных зданий: низкая стоимость объекта, простота транспортировки, скорость возведения, высокая степень заводской готовности, пожарная безопасность.

Также стоит отметить и несколько недостатков модульных зданий: высота ограничена тремя этажами, из-за большого количества мест стыковки повышаются теплопотери, большие расходы на транспортировку крупных модулей, стандартная планировка.

На сегодняшний день разработано большое количество технологий строительства зданий и сооружений, каждая из которых имеет свои преимущества и недостатки. Быстровозводимые здания становятся неотъемлемой частью современного строительства. Благодаря им можно создавать сложные и интересные архитектурные формы.

Скорость строительства является главным фактором, который позволяет увеличить спрос на данные строительные технологии, особенно когда речь идет о срочных проектах.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Вержбовский Г.Б.* Малоэтажные быстровозводимые здания и сооружения из композитных материалов. Ростов н/Д: ООО «Издательство Бара», 2015. 280 с.
2. *Яковлев Р.Н.* Новые методы строительства // Технология «ТИСЭ». 2008. С. 124-167.
3. *Княгинин В. Н.* Модульная революция: распространение модульного дизайна и эпоха модульных платформ, 2013. Санкт-Петербург.
4. *Мушинский А.Н.* Строительство быстровозводимых зданий и сооружений / А.Н. Мушинский, С.С. Зимин. Санкт-Петербург, 2015.
5. *Жаданов В.И.* Об эффективности концептуального подхода в проектировании деревянных зданий и сооружений / В.И. Жаданов, Д.А. Украинченко, С.В. Лисов // Сборник научных трудов «Современные строительные конструкции из металла и древесины». 2010. № 14. Часть 1. С. 93.

УСИЛЕНИЕ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ПЛИТ ПЕРЕКРЫТИЯ КОМПОЗИТНЫМИ МАТЕРИАЛАМИ

Е.С. Новожилова, Г.Н. Голубь

Научный руководитель – **Г.Н. Голубь**, канд. техн. наук,
доцент

Ярославский государственный технический университет

В данной статье рассматривается усиление железобетонных плит перекрытия композитными материалами, а также проведен анализ эффективности и целесообразности применения метода усиления.

Ключевые слова: усиление плит перекрытия, композитные материалы, углеволокно.

REINFORCEMENT REINFORCED CONCRETE SLABS WITH COMPOSITE MATERIALS

E.S. Novozhilova, G.N. Golub'

Scientific Supervisor – **G.N. Golub'**, Candidate of Technical
Sciences, Associate Professor

Yaroslavl State Technical University

This article discusses the reinforcement of reinforced concrete floor slabs with composite materials, and analyzes the effectiveness and feasibility of applying the reinforcement method.

Key words: reinforcement of floor slabs, composite materials, carbon fiber.

В последние годы количество зданий и сооружений, в которых требуется усиление несущих конструкций ежегодно возрастает. Это обусловлено истечением срока службы большого количества зданий массовой застройки середины двадцатого века. Такие объекты за время эксплуатации подверглись существенному физическому и моральному износу и нуждаются в реконструкции, модернизации и восстановлении. Наряду с этим, нередки случаи, когда усиления требуют и достаточно новые конструкции. Часто это связано с изменением функционального назначения зданий и, как следствие, увеличением нагрузок на несущие конструкции.

Многие годы для усиления железобетонных конструкций пользовались традиционными способами усиления с помощью стали и железобетона. Эти способы усиления не лишены недостатков (большой вес конструкций усиления, технологическая сложность монтажа усиливающих элементов, высокая материал- и трудоемкость, применение громоздкого оборудования, остановка эксплуатации здания и т.д.).

Рассмотрим альтернативный вариант – усиление железобетонных плит перекрытия композитными материалами.

Метод усиления конструкций зданий и сооружений с помощью различных композитных материалов в настоящее время считают перспективным. Его по праву можно считать одним из самых «бережных» способов восстановления и повышения эксплуатационных характеристик строительных конструкций [2].

Суть метода усиления композитными материалами заключается в проведении ряда мероприятий: ремонт поверхностей, предварительно очищенных от загрязнений и разрушенного бетона; грунтовка, шпаклевка и нанесение клеевого слоя; усиление железобетонных конструкций - приклеивание однослойного или многослойного композитного материала в виде внешнего армирования; устройство защитного покрытия; устройство огнезащиты, и защита системы усиления от неблагоприятных воздействий.

Нижнее армирование плит перекрытия (поверхность потолка) производят с помощью систем внешнего армирования из углеволокна (композитные ленты, холсты, ламели, сетки). Верхнее армирование плит перекрытия (поверхность пола) производят путем устройства набетонки, армированной стальной арматурой [2]. Но есть успешные проекты по усилению композитными лентами, холстами, ламелями не только со стороны растяжения волокон, но и стороны сжатой зоны.

Обратим внимание на материалы из углеродного волокна. Главное достоинство их универсальность. Они используются при усилении, ремонте и восстановлении конструкций различных зданий и сооружений. Их отличительная особенность – очень высокая прочность на растяжение при незначительной толщине, малый вес, монтаж в ограниченном пространстве без остановки эксплуатации здания в короткие сроки, усиление конструкции любой формы, коррозионная стойкость. В отдельных случаях не требуется разгружение усиливаемой конструкции. При выборе способа усиления железобетонных плит перекрытия, вышеперечисленные достоинства, как правило, являются главным аргументом при выборе в качестве материалов для усиления композитов на основе углеродного волокна.

Однако композитные материалы имеют и недостатки. Основным фактором, тормозящим массовое применение композитов, является высокая стоимость, которая обусловлена применением дорогостоящего сырья

и оборудования. Но в ближайшие годы есть перспектива к снижению стоимости, так как правительство уделяет большое внимание развитию кластера предприятий по производству высокотехнологичных материалов.

Существует и серьезная техническая особенность, затрудняющая применение композитных материалов. Конструктивные системы, созданные на их основе, требуют выполнения серьезных огнезащитных мероприятий. Огнезащита - одна из самых актуальных проблем при применении композитных систем на основе углепластикового волокна.

По итогам работы можно сформулировать следующие выводы: при выборе метода усиления железобетонных плит перекрытия необходимо руководствоваться сравнением технико-экономических показателей. При всем многообразии методов усиления железобетонных конструкций, остается актуальным вопрос разработки технологичных, надежных и долговечных способов усиления.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. СП 164.1325800.2014 Усиление железобетонных конструкций композитными материалами. Правила проектирования.
2. *Римшин В.И.* Методы ремонта и усиления монолитных железобетонных перекрытий внешним армированием на основе углеволокна при восстановлении их работоспособного технического состояния // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2018. № 2. С. 21-26.
3. *Польской П.П., Маилян Д.Р.* Композитные материалы – как основа эффективности в строительстве и реконструкции зданий и сооружений / П.П. Польской, Д.Р. Маилян // Инженерный вестник Дона. 2012. № 4 (ч. 2).
4. *Клюев С.В.* Усиление и восстановление конструкций с помощью композитов на основе углеволокна // Научно-технический и производственный журнал Бетон и железобетон. 2012. № 3. С. 23-26.

УДК 692.2

УСТРОЙСТВО ПРОЕМОВ В КАМЕННЫХ СТЕНАХ ЗДАНИЙ

А.С. Кеворкян, Г.Н. Голубь

Научный руководитель – **Г.Н. Голубь**, канд. техн. наук,
доцент

Ярославский государственный технический университет

Рассматриваются этапы и технология устройства проемов в существующих стенах.

Ключевые слова: проем, несущая стена, кирпичная кладка, перемычка

DEVELOPMENT OF OPENINGS IN STONE BUILDING WALLS

A.S. Kevorkyan, G.N. Golub

Scientific Supervisor - **G.N. Golub**, Candidate of Technical
Sciences, Associate Professor

Yaroslavl State Technical University

The stages and technology of the device of openings in existing walls are considered.

Keywords: opening, bearing wall, brickwork, jumper

Устройство проемов в несущей стене напрямую затрагивает конструкцию здания. Это влияет на безопасность эксплуатации строения, поэтому изменения в конструкции здания необходимо согласовать с автором проекта. Порядок согласования состоит из следующих этапов:

Первый этап – подготовка комплекта документов, включающих в себя технический паспорт объекта, техническое заключение по результатам обследования несущих конструкций, проектную документацию на выполнение работ и положительное заключение экспертизы.

Второй этап – получение разрешения на проведение работ согласно проектной документации.

Третий этап – получение акта о завершении работ по результатам проверки соответствия проекту.

Образование проема без усиления в несущей стене грозит частичным или даже полным обрушением здания. Усиление проема выполняется

в соответствии с разработанной проектной документацией, выполненной на основе расчетов.

Основное назначение усиления проемов – защита границ образованного проема от возникновения трещин и сколов, так как нагрузка на само усиление не является значительной. Поэтому основным расчетом для усиления несущей стены является расчет простенков, образованных в результате выполнения проема. На них перераспределяется вся нагрузка от выше расположенных участков стены и плит перекрытий. Результат расчета – определить, смогут ли образованные простенки воспринять нагрузку от всех вышележащих конструкций.

Усиление проема в кирпичной стене выполняется установкой металлической перемычки из двух швеллеров.

Перед началом работ необходимо удостовериться, что в стене отсутствует вентиляция и электропроводка.

Затем необходимо очистить поверхность простенка от штукатурного слоя и наметить размеры проема с двух сторон от несущей стены. Ширина проема должна иметь запас на конструкции обрамления и штукатурный слой.

Далее устанавливается перемычка в виде двух швеллеров над будущим проемом. Для этого на отмеченной высоте с двух сторон от несущей стены прорезаются штрабы под швеллеры. Длина штраб должна на 500-600 мм превышать ширину проема. Нижняя граница штраб должна проходить по горизонтальному шву кладки, чтобы перемычка опиралась на цельный нетронутый кирпич.

Перед установкой швеллеров штрабы очищаются от остатков мусора и обеспыливаются с помощью компрессора, далее покрываются слоем пластичного раствора марки М100. Швеллеры устанавливаются по неотвердевшему раствору и стягиваются шпильками. Длина опирания швеллеров определяется расчетом и составляет 250-300 мм.

После того, как раствор набрал 100% прочности, небольшими кусками вырезается кладка в пределах намеченного проема с помощью специальной дисковой пилы. При этом должны быть исключены любые повреждения кладки стены за пределами выполняемого проема.

Не допускается применение инструментов, которые передают значительные ударные или вибрационные горизонтальные усилия на стену.

К нижним полкам швеллера приваривают арматуру или пластины. Если при устройстве проема остается простенок небольших размеров поперечного сечения, следует выполнить поверочный расчет простенка и при необходимости усилить его обоймой.

После окончания работ все металлические конструкции очищаются от ржавчины и напылов сварки, обезжириваются, затем огрунтовываются, после чего штукатурятся по металлической сетке. После оштукатуривания стены усиление дверного проема никак незаметно.

При устройстве проемов в стенах зданий можно выделить три основных случая:

Первый случай – устройство проема в существующей стене. В этом случае, согласно п. 9.47 СП 15.133330.2012, расчет ведется на нагрузку от веса вышележащего участка стены, высота которого равна ширине выполняемого проема. Если стена является несущей, в габариты этого участка может попасть плита перекрытия, тогда в расчетах также необходимо учесть нагрузку от ее веса.

Второй случай – устройство дверного проема из существующего оконного проема. В этом случае дополнительное усиление проема для восприятия нагрузки от веса вышележащего участка стены не потребуется. Согласно п. 7.5 СП 15.13330.2012, из плоскости простенки и стены закрепляются дисками перекрытий и являются шарнирно закрепленными в перекрытиях; устойчивость стены в плоскости обеспечивается ее значительной жесткостью. Исходя из этого, расчетная высота стены не изменится, следовательно, расчетное обоснование данного конструктивного решения не требуется.

Третий случай – устройство проема в существующей стене, если рядом расположены другие проемы. В этом случае необходимо выполнить расчет несущей способности вновь образованных простенков. В случае устройства дверного проема из существующего оконного проема при наличии рядом расположенных проемов, дополнительное усиление проема не потребуется, аналогично второму случаю.

Однако во всех случаях следует учесть давление на нижележащие конструкции. В зоне опирания стены могут увеличиться напряжения, так как площадь ее опирания уменьшается при неизменной нагрузке на стену. Получить наиболее достоверные сведения об увеличении давления можно с помощью моделирования конкретного случая.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. СП 15.13330.2012 Каменные и армокаменные конструкции. Актуализированная редакция СНиП II-22-81*
2. "Градостроительный кодекс Российской Федерации" от 29.12.2004 N 190-ФЗ (ред. от 27.12.2019).
3. *Шихов А.Н.* Реконструкция гражданских и промышленных зданий: монография / А.Н. Шихов; М-во с.-х. РФ, федеральное гос. бюджетное образоват. учреждение высшего проф. образов. «Пермская гос. с.-х. акад. им. акад. Д.Н. Прянишникова». Пермь: ИПЦ «Прокрость», 2015. 399 с.

**ПРОБЛЕМАТИКА ПРОЕКТИРОВАНИЯ И РАСЧЕТА
КАРКАСОВ ИЗ СТАЛЬНЫХ РАМ ПЕРЕМЕННОГО
СЕЧЕНИЯ НА ОСНОВАНИИ ОТЕЧЕСТВЕННЫХ НОРМ
ПРОЕКТИРОВАНИЯ**

И.А. Гордиенко, Г.Н. Голубь

Научный руководитель – **Г.Н. Голубь**, канд. техн. наук,
доцент

Ярославский государственный технический университет

Рассматривается проблематика проектирования и расчета каркасов из стальных рам переменного сечения на основании отечественных норм и имеющихся результатов зарубежных исследований на данную тематику.

***Ключевые слова:** строительство, каркас здания, рама переменной жесткости*

**PROBLEMS OF DESIGN AND CALCULATION
OF FRAMES MADE OF STEEL FRAMES OF VARIABLE
CROSS-SECTION ON THE BASIS OF DOMESTIC
DESIGN STANDARDS**

I.A. Gordienko, G.N. Golub

Scientific Supervisor – **G.N. Golub**, Candidate of Technical
Sciences, Associate Professor

Yaroslavl State Technical University

The problem of designing and calculating frames made of steel frames of variable cross-section is considered on the basis of domestic standards and the available results of foreign research on this subject.

***Keywords:** construction, the frame of the building, the frame of variable rigidity*

При строительстве промышленных и общественных зданий в качестве несущего каркаса широкое распространение получили стальные порталные рамы.

Рамы переменного сечения, выполненные из сварных двутавров, имеют ряд преимуществ по сравнению с традиционными решетчатыми конструкциями. К таковым относятся высокая технологичность конструкций при сборке, допустимость максимальной автоматизации процесса производства, коррозионная стойкость. Отдельно стоит сказать про доказанную многолетним опытом применения надежность рамных конструкций переменного сечения, в т.ч. при воздействии динамических нагрузок. Также немаловажным плюсом таких рам является их малая строительная высота, вследствие чего уменьшается строительный объем, затраты на монтаж и обслуживание здания.

Также высокие технико-экономические показатели сплошностенчатым конструкциям позволяют достичь ряд неявных преимуществ. К таковым относятся малый сортамент применяемых исходным материалов (прокатные листы различных толщин), позволяющий полностью заменить весь сортамент прокатных двутавров. Немаловажным является и то, что для производства сплошностенчатых рам достаточно одного набора оборудования для изготовления различных конфигураций конструкций, что снижает затраты на материальную базу заводов-изготовителей. Также использование рам переменного сечения позволяет существенно снизить общий вес здания.

Однако наряду с неоспоримыми плюсами применения каркасов со стальными рамами переменного сечения возникает и ряд сложностей, связанных в первую очередь с их проектированием.

Сложность работы с каркасами со стальными рамами переменного сечения связана со множеством расчетных задач, не представленных в нормативной документации, или представленных неполно. В СП 16.13330.2017 «Стальные конструкции» отсутствуют указания по их расчету и проектированию. Именно этот фактор является причиной малой распространенности таких эффективных конструкций на территории постсоветского пространства.

Одним из основных этапов проектирования каркасов из рам переменного сечения является их статический расчет на действие внешних нагрузок. Суть применения рамных конструкций переменного сечения – максимальное использование несущей способности сечения элементов. И именно с этим связана сложность данных расчетов – множество итераций (множественно повторяющихся действий).

Процесс статического расчета состоит из повторяющихся циклов операций: подбор сечения → статический расчет → проверка полученных сечений и элементов в целом. [1]

Процесс проектирования и подбора сечений разбивается на 2 основные стадии: предварительные расчеты и окончательные расчеты (корректирующие). Первая стадия занимает 2-4 итерации, требуемые и принятые

сечения отличаются в значительной степени. Вторая стадия занимает меньшее количество итераций, вводимые корректировки не оказывают значительного воздействия на распределение усилий в раме.[1] Графическое отражение этого процесса приведено на рис. 1.

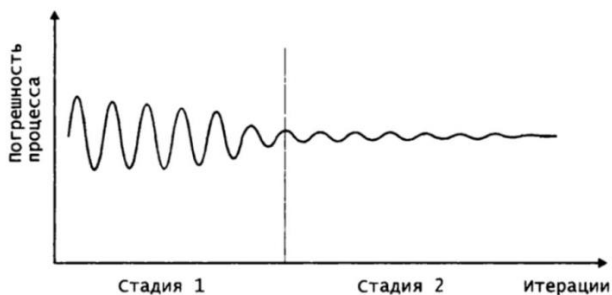


Рис. 1. Схема представления сходимости подбора сечений рам переменного сечения [1]

Из приведенных выше пояснений становится очевидно, что большое количество итераций в значительной мере замедляют процесс расчетов.

Особенность напряженно-деформированного состояния рам переменного сечения заключается в том, что в их элементах преобладает сжатие с изгибом. В связи с этим возникает необходимость расчета данных конструкций на устойчивость. Однако, как было сказано выше, нормативная документация не содержит каких-либо указаний по расчету рам переменной жесткости. Имеющийся объем исследований на тему устойчивости рам переменного сечения не дает достаточного количества информации для формирования практической методики расчета в соответствии с нормами РФ. [2]

Использование зарубежных исследований на тему пространственной устойчивости стержней рам переменной жесткости также не представляется возможным из-за ряда причин. Основной из них является нерациональность применения метода конечных элементов, на котором основаны все зарубежные исследования, в связи с широким диапазоном получаемых результатов. [2] Также немаловажно то, что объем доступных результатов исследований зарубежных ученых недостаточен для формирования четкой методики расчета.

Отдельно стоит сказать, что применение зарубежного опыта расчетов стержней рам переменной жесткости на устойчивость и адаптация полученных результатов для отечественных норм является мало возможной.

Связано это в первую очередь с разными исторически сложившимися подходами.

Таким образом, очевидно, что при проектировании каркасов из стальных рам переменного сечения возникает ряд трудноразрешимых задач. Связаны эти трудности прежде всего с отсутствием строительных норм на проектирование данных типов конструкций. Однако в последнее время применение рам переменной жесткости становится всё более распространенным, что позволяет формировать опыт их проектирования, создавать программные комплексы для их расчета.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Катюшин В.В.* Здания с каркасами из стальных рам переменного сечения (расчет, проектирование, строительство). М.: ОАО «Издательство «Стройиздат», 2005. 656 с.
2. *Аскинази В.Ю.* Пространственная устойчивость элементов стальных рамных конструкций переменной жесткости: диссертация кандидата Технические наук: 05.23.01 / В.Ю. Аскинази; [Место защиты: ФГБОУ ВО Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет], 2017. 199 с.

АНАЛИЗ РАБОТЫ НЕСУЩИХ ЭЛЕМЕНТОВ ПОКРЫТИЯ СТАЛЬНОГО КАРКАСА

Е.О. Андрос, Г.Н. Голубь

Научный руководитель – **Г.Н. Голубь**, канд. техн. наук,
доцент

Ярославский государственный технический университет

В статье рассматривается актуальность учета совместной работы всех элементов покрытия в зданиях со стальными каркасами. Выполняется обзор существующих исследований использования профилированных настилов в качестве горизонтальных связей. Проводится анализ влияния жесткости отдельных элементов диска покрытия на жесткость покрытия в целом и распределение усилий в его элементах.

Ключевые слова: *стальной профилированный настил, пространственная работа, напряженно-деформированное состояние, жесткость, эпюры моментов.*

ANALYSIS OF THE WORK OF THE BEARING ELEMENTS OF THE COATING IN A STEEL FRAME

E.O. Andros, G.N. Golub

Scientific Supervisor – **G.N. Golub**, Candidate of Technical
Sciences, Associate Professor

Yaroslavl State Technical University

The article discusses the relevance of accounting for the joint work of all coating elements in buildings with steel frames. A review of existing studies on the use of profiled flooring as horizontal ties is performed. An analysis is made of the influence of the stiffness of individual elements of the coating disc on the stiffness of the coating as a whole and the distribution of forces in its elements.

Key words: *steel profiled flooring, spatial work, stress-deformation state, stiffness, diagrams of moments.*

Развитие в области проектирования металлических конструкций неразрывно связано с необходимостью уменьшения расхода стали и сокращения трудозатрат на строительной площадке. При новом строительстве

актуальной проблемой является оценка раскрепления элементов конструкции от потери устойчивости с помощью профилированного настила, поскольку это позволяет уменьшить количество либо вовсе отказаться от горизонтальных связей в плоскости настила, уменьшить ресурсоемкость конструкции и трудоемкость монтажа. Учет совместной работы всех элементов покрытия в зданиях со стальными каркасами, возможность влиять на распределение усилий в элементах покрытия позволяет добиться экономии при новом строительстве.

Для оценки совместной работы элементов в покрытии здания необходимо учитывать их включение в пространственную работу. Так, изменение жесткости одного из элементов может существенно повлиять на работу всего покрытия и, в отдельных случаях, каркаса в целом. Понимание механизмов взаимодействия и степени взаимного влияния элементов позволит проектировать объекты максимально надежными и эффективными с экономической точки зрения.

Для создания жесткого диска покрытия, при проектировании стальных каркасов зданий, зачастую проектировщики отказываются от системы горизонтальных связей в пользу профилированного настила. Это часто влечет за собой необходимость уменьшения шага стропильных конструкций и применения подстропильных систем. В результате образуется сложная, с точки зрения пространственной работы, система.

Профилированный настил работает в таком покрытии как многопролетная неразрезная балка, промежуточными опорами которой являются стропильные фермы. В свою очередь каждая первая стропильная ферма имеет жесткие вертикальные опоры в виде колонн, а каждая вторая - упругие опоры в виде подстропильных балок. Следовательно, вертикальная жесткость диска покрытия переменна по его площади как в продольном, так и в поперечном направлениях. Наименее деформируемыми оказываются участки диска покрытия в районе его опирания на колонны. Настил покрытия, являясь частью диска покрытия и стремясь выровнять его жесткость, работает в сложном напряженно-деформированном состоянии.

Задачей настоящей работы являлось оценить влияние жесткости отдельных элементов диска покрытия на жесткость покрытия в целом и распределение усилий в его элементах.

В качестве расчетной модели принят однопролетный стальной каркас с пролетом стропильных ферм 36 м. Шаг ферм – 3 м, шаг колонн – 6 м. Промежуточные фермы опираются на подстропильные балки, жесткость которых варьируется в процессе исследования.

Для работы были выбраны профилированные настилы марок Н57-750-0,7, Н75-750-0,7 и Н114-750-0,9, а также подстропильные балки двутаврового сечения 30Б1 и 50Б1.

Пространственная работа каркаса здания моделировалась при помощи программно-вычислительного комплекса SCAD, реализующего метод конечных элементов. На рисунке 1 представлены эпюры изгибающих моментов в профилированном настиле при варьировании жесткостей отдельных элементов покрытия.

При рассмотрении жесткого диска покрытия, сформированного стальным профилированным настилом, выявлено, что изгибающий момент в профилированном настиле, вызванный действием вертикальных нагрузок, уменьшается от края пролета фермы к середине пролета. Причем, в приопорных участках ферм усилия в профилированном настиле максимальны с ярко выраженными изгибающими моментами отрицательного знака в местах опирания настила на стропильные фермы, имеющие жесткие опоры - колонны, и незначительными пролетными моментами положительного знака.

По мере удаления от опоры и приближения к середине пролета фермы, величина опорных моментов снижается, а пролетных - возрастает. В средней части пролета ферм эпюры изгибающих моментов в профилированном настиле выравниваются для каждой из промежуточных опор, а пролетные моменты становятся сопоставимы по величине с опорными.

Наиболее ярко подобный эффект выражается при сочетании жесткого профилированного настила и подстропильных балок пониженной жесткости. В этом случае, усилия в профилированном настиле на приопорных участках ферм в разы превышают аналогичные усилия в середине пролета ферм. При этом, происходит некоторое выравнивание усилий в элементах соседних стропильных ферм и деформаций системы в целом.

С точки зрения нового строительства, наиболее эффективным представляется повышение жесткости подстропильных конструкций, возможно даже, сверх того, что требуют строительные нормы. Это позволит снизить усилия в настиле и добиться максимального выравнивания усилий в соседних фермах. Увеличение жесткости самого профилированного настила может быть эффективно в частных случаях, например, при выполнении реконструкции существующих объектов.

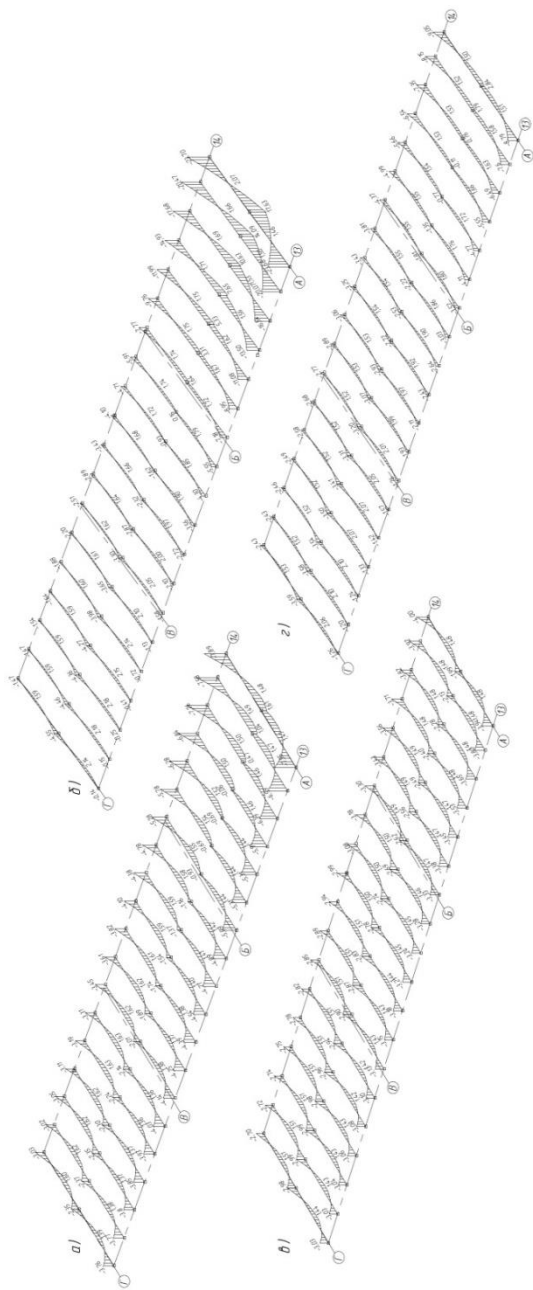


Рис. 1. Эпюры изгибающих моментов профилированного настила при различных сочетаниях элементов покрытия (кН*м):

- а) профилированный настил Н57-750-0,7 и подстропильная балка 30Б1
- б) профилированный настил Н114-750-0,9 и подстропильная балка 30Б1
- в) профилированный настил Н57-750-0,7 и подстропильная балка 50Б1
- г) профилированный настил Н114-750-0,9 и подстропильная балка 50Б1

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Стельмах С.И.* Расчет металлических складчатых настилов / С.И. Стельмах. Ленинград: Госстройиздат, 1938. 134 с.
2. *Шкловский Е.И.* // Исследование стальных профилированных настилов для кровельных покрытий промышленных зданий: автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата техн. наук. М., 1975. 18 с.
3. Рекомендации по учету жесткости диафрагм из стального профилированного настила в покрытиях одноэтажных производственных зданий при горизонтальных нагрузках // ЦНИИпроектстальконструкция, 1980.
4. *Кузнецов И.Л.* Новые конструктивные решения стальных каркасов легких многопролетных зданий / И.Л. Кузнецов, М.А. Салахутдинов, Л.Р. Гимранов // Известия КазГАСУ. 2011.
5. *Бажин Г.М.* Оценка прогибов в балках покрытия при включении в совместную работу профилированного настила / Г.М. Бажин // Успехи современной науки. 2016. Т. 1, вып. 2.

НАИБОЛЕЕ РАСПРОСТРАНЕННЫЕ ВИДЫ ПОВРЕЖДЕНИЙ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ КОНСТРУКЦИЙ НА ПРИМЕРЕ ПРОКАТНЫХ БАЛОК

Е.А. Берегович

Научный руководитель - **А.Г. Путинцев**, старший преподаватель

Ярославский государственный технический университет

***Аннотация.** Рассматриваются основные виды повреждений металлических конструкций на примере прокатных балок, а также способы устранения данных повреждений.*

***Ключевые слова:** деформации, усиление балок, конструктивные дефекты, дефекты изготовления, нарушение при эксплуатации, способы усиления.*

MOST COMMON TYPES OF DAMAGES OF METAL STRUCTURES ON THE EXAMPLE OF ROLLING BEAMS

E.A. Beregovich

Scientific Supervisor - **A.G. Putintsev**, Senior Lecturer

Yaroslavl State Technical University

The main types of damage to metal structures are considered on the example of rolling beams, as well as ways to eliminate these damages.

***Keywords:** deformations, beam reinforcement, structural defects, manufacturing defects, operational failure, reinforcement methods.*

Виды дефектов металлических прокатных балок

Конструктивные дефекты:

- Недостаточная пространственная устойчивость каркаса здания
- Недостаточная прочность элементов и узлов
- Недостаточная толщина тонкостенных элементов
- Принятые конструктивные решения не обеспечивают технологичность выполнения конструкций и их ремонтпригодность

- Принятые стали и сварочные материалы не обладают достаточной хладостойкостью
- Неучет режима динамических воздействий

Дефекты изготовления:

- Отклонения от геометрических размеров сечений и длин элементов
- Погиби и искривления элементов от сварочных напряжений и механических повреждений
- Применение несертифицированных сталей и проката
- Отсутствие обработки поверхностей (строжка, фрезерование, антикоррозионная обработка)
- Дефекты сварных швов



Рис. 1. Дефект изготовления – прожог металла

Дефекты производства работ:

- Расцентровка и неточная подгонка элементов в узлах сопряжения
- Общее искривление элементов из-за нарушений укрупнительной сборки
- Дефекты монтажных сварных швов (горячие и холодные трещины, непровары, подрезы, шлаковые включения, кратеры, непроектные длины и катеты швов, большие зазоры между соединяемыми элементами)
- Отсутствие отдельных элементов или соединений
- Местные погиби в элементах из-за механических повреждений на монтаже
- Отсутствие антикоррозионной защита поверхностей в местах выполнения монтажных сварных швов

Повреждения из-за нарушения норм эксплуатации:

- Расстройство болтовых и заклепочных соединений
- Расслоение структуры металла из-за механических повреждений конструкций
 - Хрупкие трещины в основном металле и сварных швах от действия отрицательных температур
 - Усталостные трещины в основном металле и сварных швах из-за знакопеременных или динамических воздействий, механического старения стали
 - Коррозия металла (химическая и электрохимическая)
 - Искривление элементов стержневых конструкций из-за внецентренного подвешивания грузов
 - Деформации формы элементов (прогибы, выгибы, искривления) из-за механических повреждений и перегрузки конструкций
 - Потеря местной и общей устойчивости элементов из-за перегрузки конструкций

Очагами развития повреждений часто являются дефекты изготовления и монтажа. Дефекты характеризуют начальное состояние конструкций. Повреждения возникают и развиваются во времени и зависят от срока эксплуатации и интенсивности воздействий. В зависимости от вызывающих их воздействий они могут быть разделены на следующие:

- силовые (механические) – разрывы, трещины, потеря устойчивости, искривления и местные погибы, расстройство соединений, абразивный износ и т.п.;



Рис. 2. Силовая трещина ввиду некачественного усиления шва

- температурные – коробление и разрушение элементов при высоких температурах, хрупкие трещины при отрицательных температурах, повреждения защитных покрытий при нагреве;
-



Рис. 3. Деформация металлической балки от действия высокой температуры - пожара

- химические и электрохимические – коррозия металла и разрушение защитных покрытий.

Повреждения от силовых воздействий возникают в результате несоответствия расчетных предпосылок действительным условиям работы конструкций и обусловлены следующими факторами:

- ошибками проектирования, связанными с неправильным определением нагрузок и внутренних усилий и подбором сечения элементов и узлов;
- отлицием фактического напряженного состояния от расчетного вследствие неизбежного упрощения и идеализации расчетной схемы конструкции, ее элементов, узлов и действующих нагрузок, а также недостаточной изученности действительной работы конструкций и характера воздействий;
- пониженными прочностными характеристиками основного и наплавленного металла, дефектами, приводящими к концентрации напряжений и способствующими усталостному и хрупкому разрушению;
- произвольным изменением сечений элементов, размеров сварных швов, числа заклепок и болтов при изготовлении и монтаже по сравнению с проектными решениями;
- недопустимой перегрузкой конструкций при эксплуатации;
- нарушениями при монтаже и эксплуатации взаимного расположения конструкций (смещение прогонов, эксцентриситет и перепады

в стыках подкрановых рельсов и т.п.), что приводит к появлению дополнительных, не учитываемых расчетом, нагрузок и динамических воздействий;

- нарушениями правил технической эксплуатации: ударами транспортируемых грузов, использованием конструкций для подвески блоков и опирания домкратов, подъема и перемещения грузов при ремонтах без соответствующего расчета и необходимого усиления, вырезкой отверстий в элементах конструкций для пропуска коммуникаций, удалением связевых элементов и т.п.

Усиление металлических балок в балочных клетках

Усиление металлических балок и прогонов может быть местным и общим. Местное усиление осуществляется с помощью металлических накладок, ребер, обетонирования и т.д., а общее – путем установки шпренгелей, затяжек или жесткого опорного закрепления.

Наиболее простым способом усиления металлических балок и прогонов является увеличение их сечения на участках наибольших напряжений с помощью приварки или крепления на высокопрочных болтах специальных усиливаемых элементов из прокатных профилей (уголков, труб, швеллеров и двутавров). Наиболее рациональны схемы двустороннего усиления балок, не приводящие к значительному смещению центра тяжести сечения

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. СП 164.1325800.2014. Усиление железобетонных конструкций композитными материалами.
2. *Габрусенко В.В.* Аварии, дефекты и усиление железобетонных и каменных конструкций, 2007.

О ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЦЕМЕНТНОЙ СУСПЕНЗИИ

Е.С. Егоров, С.В. Самченко

Научный руководитель – **С.В. Самченко**, д-р техн. наук,
профессор

Национальный исследовательский Московский государственный
строительный университет (НИУ МГСУ)

Статья посвящена особенностям использования предварительно гидратированной цементной добавки при приготовлении цементных образцов. Рассмотрено влияние на нормальную густоту, протекание процессов гидратации и сроки схватывания.

Ключевые слова: *предварительная гидратация, кинетика тепловыделения, сроки схватывания, нормальная густота, цементное тесто.*

ABOUT POSSIBILITY OF APPLYING CEMENT SUSPENSION

E.S. Egorov, S.V. Samchenko

Scientific Supervisor – **S.V. Samchenko**, Doctor of Technical
Sciences, Professor

Moscow State University of Civil Engineering

The article examines features of using pre-hydrated cement addition for bathing cement specimens. Investigated influence on normal consistency, hydration process and hardening time.

Keyword: *pre-hydration, heating value, hardening time, normal consistency, cement paste.*

Предварительно гидратированная цементная суспензия по своей сути является моделью цементной суспензии (или цементного шлама), которую выделяют в процессе рециклинга старой бетонной смеси. Использование такого вещества при изготовлении новой смеси актуальная проблема, затрагивающая вопросы экологии и экономики. Обычно принято добавлять такую суспензию в новую смесь в сильно разбавленном виде,

чтобы цементные частицы, из которых она состоит, не оказывали значительного влияния на её свойства и в результате на свойства конечного продукта. Вопрос возможности использования в больших концентрациях необходимо подробно рассмотреть.

Для исследования использовался бездобавочный цемент марки 500 производства АО “Подольск-Цемент” (СЕМ I 42,5 Н). Предварительно гидратированную цементную суспензию (ПГД) получали путём затворения цементной навески водой при В/Ц равном 0.7. На основании ранее проделанных испытаний принято решение производить предварительную гидратацию в течение 6 часов. Количество вводимой добавки в пересчёте на сухие компоненты смеси составляло 10% от массы цемента, необходимого для получения образца. В качестве суперпластификатора использовали С-3.

Известно, что косвенной характеристикой кинетики набора прочности и гидратации является тепловыделение, благодаря чему можно прогнозировать и сравнивать различные составы [1]. Принимая это во внимание, исследовались следующие характеристики образцов цементного теста: нормальная плотность, кинетика тепловыделения и сроки схватывания. Нормальную плотность и сроки схватывания определяли согласно ГОСТ 310.3-76. Тепловыделение определяли на простом калориметре и считали по следующей формуле:

$$q = \frac{C}{m_{\text{ц}}} \cdot \Delta t,$$

где C – теплоёмкость смеси, кДж/К, определённая по формуле 4.2 ГОСТ 24316-80, теплоёмкостью формы пренебрегли;

$m_{\text{ц}}$ – общая масса цемента, затраченная на образец и ПГД, кг;

Δt – изменение температуры в момент времени по отношению к начальной температуре, °С.

Исследовались 4 типа составов: Контрольный состав - без добавок; контрольный С-3 (1%) – с добавкой суперпластификатора С-3 в количестве 1% от массы цемента необходимого для изготовления образца; ПГДб 10% - с предварительно гидратированной цементной суспензией; ПГДб 10% С-3 (1%) – то же, но с добавкой суперпластификатора в количестве 1% от массы цемента необходимого для изготовления образца.

Согласно результатам исследования нормальной плотности (рис. 1) установлено, что введение предварительно гидратированных цементных частиц приводит к повышению количества нормальной плотности. Применение суперпластификатора С-3 позволяет снизить нормальную плотность на 2,3% у контрольного состава и примерно на 2,8% у состава с ПГДб 10%.

Исследование кинетики тепловыделения (рис. 2) показало повышение тепловыделения при введении ПГД на 4 кДж/кг в момент пика. Сов-

местное использование суперпластификатора С-3 замедлило тепловыделение и, следовательно, гидратацию. Смещение пикового значения составило 7 часов. При введении ПГД вместе с С-3 наблюдается повышение тепловыделения, которое составляет 3 кДж/кг (по отношению к контрольному с С-3).

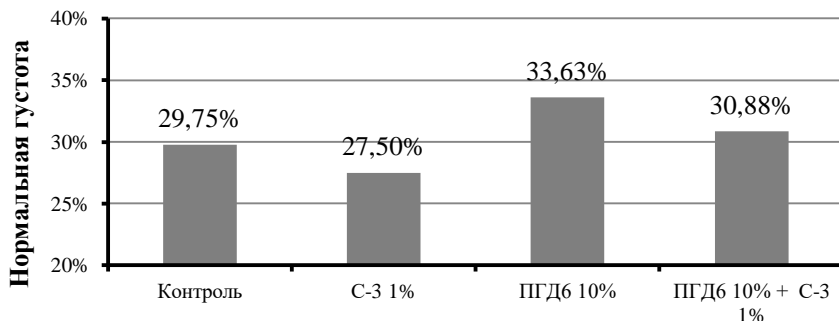


Рис. 1. Изменение нормальной густоты от состава смеси

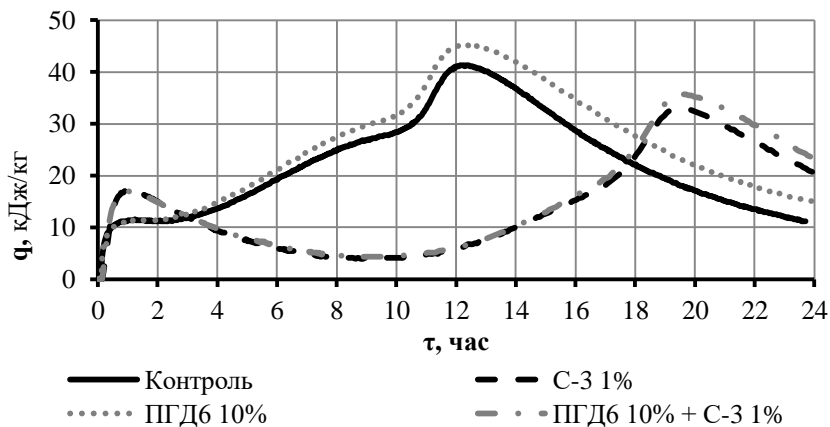


Рис. 2. Тепловыделение цементных образцов во времени

В результате измерения сроков схватывания (Таблица 1) установлено, что применение ПГД6 10% приводит к ускорению сроков схватывания: начало схватывания начинается на 10 минут раньше, а конец схватывания на 50 минут. При введении суперпластификатора наблюдается ложное схватывание, т.к. согласно механизму действия С-3 сроки схватывания должны наступать гораздо позже [2]. Начало схватывания началось на 55 мин раньше, а конец схватывания - на 160 мин по отношению к контрольному. Совместное использование ПГД и С-3 приводит к ускорению

наступления начала схватывания на 50 мин, а конца схватывания на 30 минут по отношению к контрольному.

Таблица 1. Определение сроков схватывания образцов цементного теста

Образец \ Показатель	Контроль	С-3	ПГД6 10%	ПГД6 10% + С-3 1%
Начало схватывания, мин	90	35	80	40
Конец схватывания, мин	300	140	250	270

На основании полученных данных применение гидратированного цемента приводит к повышению водопотребности. Снизить расход воды возможно с помощью суперпластификатора.

Использование ПГД6 10% приводит к повышению тепловыделения цементной пасты, что положительно скажется на ранней прочности. Необходимо отметить, что увеличение тепловыделения может оказать и отрицательное влияние, например в массивных конструкциях.

Введение суперпластификатора С-3 в количестве 1% приводит к замедлению и снижению тепловыделения, что отрицательно скажется на ранней прочности. Совместное использование добавок С-3 и ПГД, вероятно позволит уменьшить понижение ранней прочности.

Сокращение сроков схватывания при применении ПГД6 10% необходимо учитывать при производстве бетонных работ.

Необходимо провести дополнительные исследования для установления причин появления ложного схватывания и уменьшения этого явления от совместного действия ПГД6 10% и суперпластификатора С-3.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Несветаев Г.В.* Тепловыделение при гидратации и предел прочности цементного камня / Г.В. Несветаев, Та Ван Фан // Интернет-журнал «Науковедение». 2013. № 3. С. 1–5.
2. *Юхневский П.И.* О механизме пластификации цементных композиций добавками // Строительная наука и техника: научно-технический журнал. 2010. № 1–2. С. 64–69.

УСИЛЕНИЕ СТЕН ХРАМОВОГО ЗДАНИЯ

Д.С. Крупнова, И.С. Казакова

Научный руководитель – **И.С. Казакова**, канд. техн. наук, доцент

Вологодский государственный университет

Рассматривается усиление кирпичных стен Успенского собора в с. Верховажье Верховажского района Вологодской области. Установлены причины повреждения стен и разработаны мероприятия по их усилению с использованием современных материалов

Ключевые слова: натурные обследования, усиление стен, дефекты и повреждение, инъектирование, гидроизоляция

STRENGTHENING THE WALLS OF THE TEMPLE BUILDING

D.S. Krupnova, I.S. Kazakova

Scientific Supervisor – **I.S. Kazakova**, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor

Vologda State University

The article considers the strengthening of the brick walls of the assumption Cathedral in the village of Verkhovazhye in the Verkhovazhsky district of the Vologda region. The causes of damage to the walls were identified and measures were developed to strengthen them using modern materials

Keywords: field surveys, wall reinforcement, defects and damages, injection, waterproofing

Сохранение культурного наследия все более осознается как одна из самых важных проблем, стоящих перед обществом. На всей территории России много заброшенных церквей. С каждым годом их становится все меньше из-за их утраты. В связи с этим возникает необходимость в консервации и реставрации памятников культуры с осуществлением ремонтно-восстановительных работ [1]. Возможность восстановления Успенского собора в первоначальном виде определила актуальность исследования.

Рассматриваемый Успенский собор в с. Верховажье построен во второй половине 18 в. в стиле барокко. Стены храма выложены из красного кирпича размером 270x135x65 и 240x110x65 (поздние пристройки к храму). Кладка выполнена на известковом растворе. В результате натуральных обследований на объекте были обнаружены вертикальные трещины шириной раскрытия до 1,5 см и длиной до 3 м в карнизной части стен в местах примыкания поздних пристроек к храмовому зданию. Имеющиеся трещины указывают на отсутствие перевязки кладки. В нижней части стены на северном фасаде наблюдаются утраты кирпичной кладки на глубину до 10 см, которые произошли из-за механического разрушения старой отмостки и цоколя. Имеются следы намокания в нижней части стен. Избыточное увлажнение появилось вследствие нарушений в системе организованного водостока и отсутствия вертикальной гидроизоляции стен. Внутренняя поверхность кладки стен находится в удовлетворительном состоянии.

Для предотвращения дальнейшего разрушения каменных стен Успенского собора возникает необходимость в разработке мер по их усилению и ремонту. Работы по конструкционному ремонту кладки включают: инъектирование раскрытых трещин и пустот в кладке, а также ремонт кирпичной кладки.

В практике современной реставрации среди способов усиления ослабленной кладки широкое применение получил метод инъекционного укрепления [2]. Для этого через инъекционные трубки (пакеры) строительный раствор под давлением нагнетается в трещины для восстановления утраченного сцепления. Для заполнения трещин могут использоваться как традиционные вяжущие материалы, так и современные синтетические в виде полимеров, силиконовых герметиков, цементно - полимерных и известково-цементных композиций. Технический эффект, получаемый от применения метода инъекционного укрепления, достигается восстановлением прочности элементов конструкции сооружения и сохранением подлинного качественного материала кладки. Рекомендуется инъектирование выполнять инъекционным раствором типа Resmix IL-F [3]. Данный материал получил разрешение Комитета по государственному контролю, использованию и охране памятников истории и культуры (КГИОП). Продукт применялся при реставрации Триумфальной арки главного штаба (в 2013 г.), Государственного музея Эрмитаж (в 2017 г.), здания Главного Адмиралтейства (в 2018 г.).

Осушение стен можно выполнить с помощью электроосмоса, естественного воздухообмена, проветриванием помещений, горячим воздухом, тепловыми (инфракрасными) лучами электрических и газовых установок [2].

Для устранения капиллярного поднятия влаги в стене используется устройство горизонтальной гидроизоляции методом инъектирования. Рекомендуется выполнять инъектирование раствором Resmix SME - Микроэмульсия на основе смеси силанов и силоксанов [3]. Технический эффект, получаемый при устройстве горизонтальной гидроизоляции, обеспечивает сохранение подлинной кладки и ее декоративные свойства. Проекты, в которых использовался продукт: Министерство иностранных дел РФ (2013 – 2017 гг.), Воскресенский Ново-Иерусалимский Ставропигальный монастырь (в 2016 г.).

В большинстве реставрируемых зданий наружная вертикальная гидроизоляция находится в нерабочем состоянии. Одним из способов защиты от намокания в проблемных зонах является дополнительная обработка окрашенной поверхности грунтовками – гидрофобизаторами. На их основе из современных материалов наиболее эффективна эластичная двухкомпонентная обмазочная гидроизоляция материалом Resmix MDS flex [3]. Продукт разрешен КГИОП для применения на объектах культурного наследия. Проекты, в которых использовался продукт: Казанская старообрядческая церковь Иконы Божией Матери (2016 г.), Государственный музей Эрмитаж (в 2017 г.), Особняк М. Оуфа (2018-2019 гг.).

После проведения восстановительных работ приступают к восполнению утрат кирпича кладки (вычинке) на северном фасаде собора. Для проведения этих работ рекомендуется использовать смесь Рунит Кладочная известковая [4]. Проекты, в которых использовался продукт: Большой драматический театр им. Г.А. Товстоногова в Санкт-Петербурге (2011 – 2014 гг.), Адмиралтейство (в 2018 г.). Вставка нового кирпича производится при утрате более 50 % объема оригинальных кирпичей. При сколах до $\frac{1}{4}$ толщины кирпича проводят докомпановку кирпича. Для восполнения утрат кирпича используется реставрационный глиняный полнотельный кирпич марки 125–150, марка по морозостойкости не ниже 50, нормальной степени обжига.

На восстановленную кладку наносится «оригинальная» штукатурка компании Рунит, которая имеет состав, близкий к историческому [4]. Проекты, в которых использовался продукт: Большой драматический театр им. Г.А. Товстоногова (2011 – 2014 гг.), здание, расположенное на Итальянская ул., 35 в Санкт-Петербурге. Материал сделан на основе воздушной извести, смешанного наполнителя, песка и рекомендован органами охраны объектов культурного наследия для реставрации и реконструкции. Окраску восстановленных участков рекомендуется производить силикатными или известковыми красками. Для облицовки цоколя церкви используется известняк.

Важным элементом защиты стен от влаги является отмостка. Поверхность отмостки должна быть пористой и хорошо испаряющей воду. В

качестве покрытия предпочтительно использовать природные камни, уклон укладки которых должен составлять 6-10°. Такой же уклон должно иметь ложе под отмостку. Швы и отверстия между камнями засыпаются крупным песком. Нижний слой под отмосткой заполняется щебнем. Грунтовый водоприемный лоток вдоль отмостки, принимающий воду из фильтрующей постели и отводящей ее в дренаж, в закрытую систему ливневого стока или на рельеф, также заполняется щебнем [5].

Для усиления кладки на других фасадах здания предварительно выполняется отбивка существующего цоколя и отмостки и снятие культурного слоя грунта до бутового фундамента.

Примерная стоимость материалов для выполнения работ по усилению стен составляет 1 350 000 руб.

Таким образом, в работе детально рассмотрены современные материалы, применяемые при реставрации и реконструкции памятников культуры, а также предложены эффективные мероприятия по усилению стен храмового здания. Для обеспечения долговечности Успенского собора специализированной организацией разрабатывается проект по капитальному ремонту здания с мероприятиями, устраняющими существующие повреждения объекта.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Казакова И.С. Реконструкция зданий и сооружений: Учебное пособие (для самостоятельной работы по дисциплине "Реконструкция зданий и сооружений" для студентов-бакалавров по направлению "Строительство") / Вологда: ВоГТУ, 2011. 102 с.
2. Казакова И.С. Реконструкция зданий и сооружений: Учебное пособие. Часть 2 / Вологда: ВоГТУ, 2013. 86 с.
3. Материалы Resmix для реставрации, инъецирования, гидроизоляции [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://resmix.ru/>
4. Сухие строительные смеси «АЖИО» [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.agiogk.ru/>
5. Микроклимат церковных зданий / Р.А. Девина, И.В. Илларионова, Н.Л. Ребрикова, В.А. Бойко. М.: ГОСНИИР, 2000. 120 с.

**ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ СПОСОБОВ
ЗИМНЕГО БЕТОНИРОВАНИЯ ПРИ ВОЗВЕДЕНИИ
МОНОЛИТНЫХ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ
ЖИЛОГО ЗДАНИЯ**

В.А. Телюшкина, А.Б. Лебедев

Научный руководитель – **А.Б. Лебедев**, канд. биол. наук,
доцент

Ярославский государственный технический университет

Проведены расчеты и сравнительный анализ технико-экономических показателей способов зимнего бетонирования несущих конструкций жилого монолитного здания.

***Ключевые слова:** технико-экономические показатели, способы зимнего бетонирования, монолитные железобетонные конструкции, способ «термоса», электропрогрев бетона.*

**TECHNICAL AND ECONOMIC INDICATORS OF WINTER
CONCRETING METHODS FOR THE CONSTRUCTION
OF MONOLITHIC REINFORCED CONCRETE STRUCTURES
OF A RESIDENTIAL BUILDING**

V.A. Telyushkina, A.B. Lebedev

Scientific Supervisor – **A.B. Lebedev**, Candidate of Biological
Sciences, Associate Professor

Yaroslavl State Technical University

Calculations and comparative analysis of technical and economic indicators of methods of winter concreting of load-bearing structures of a residential monolithic building are carried out.

***Keywords:** technical and economic indicators, methods of winter concreting, monolithic reinforced concrete structures, "thermos" method, electric heating of concrete.*

В последние годы наибольшую популярность набирает монолитное строительство зданий и сооружений. Разработка новых строительных ма-

териалов, технологий строительных процессов, а также результаты научных исследований позволили перейти от сезонного к круглогодичному строительному процессу.

Несмотря на быстрое развитие строительной области, присутствует ряд проблем, затрудняющих производство монолитного строительства в зимний период.

- Отрицательные температуры замедляют процесс гидратации вяжущего, это служит причиной увеличения продолжительности набора прочности бетона;

- Аналогично, негативное влияние имеет развитие сил внутреннего давления, которое возникает из-за расширения замерзшей влаги. Этот фактор служит причиной понижения прочности и разрушения бетона. Кроме того, по причине замерзания воды вокруг заполнителей образуются ледяные пленки, нарушающие связь между компонентами бетонной смеси.

Очевидно, что безопасность и качество монолитных железобетонных строительных конструкций, возводимых при низких температурах, зависят в большинстве своем от соблюдения технологии строительного производства работ.

Однако в строительстве существуют способы, позволяющие производить бетонирование в зимний период времени с сохранением характеристик бетонной смеси включающие:

- Прогрев бетона методом «термоса»;

Особенности технологического процесса данного метода заключаются в том, что бетонная смесь положительной температуры укладывается в утепленную опалубку. Набор прочности бетона происходит благодаря изначальному теплосодержанию, а так экзотермическому выделению при реакции гидратации вяжущих.

Также существует метод «горячего термоса». Технологические особенности данного метода заключаются в том, что происходит быстрый разогрев бетона до 60-80 °С, уплотнение бетонной смеси происходит в нагретом состоянии и выдерживании ее в «термосе» или с применением дополнительного подогрева.

Подогрев бетонной смеси на строительной площадке выполняют с использованием электродов. Электропрогрев бетонной смеси производят в бадах или в кузовах автомобилей.

- Бетонирование с использованием противоморозных добавок.

Суть данного метода заключается в том, что в бетонную смесь добавляются различные химические противоморозные добавки, замедляющие процессы схватывания и твердения бетонной смеси. Использование противоморозных добавок при бетонировании допускается как отдельно, так и совместно с другими методами зимнего бетонирования.

- Бетонирование с применением методов искусственного прогрева и нагрева бетонной смеси. Технологическая особенность данного способа заключается в том, что бетон подогревают и выдерживают необходимую температуру при максимально допустимом значении, до момента, пока бетонная смесь не наберет необходимую прочность.

При этом существуют следующие способы достижения требуемого результата:

- Прогрев электродами. Технологическая особенность данного способа прогрева бетонной смеси заключается в применении тепла, которое выделяется бетоном при пропускании через нее электрического тока. Нагрев бетона осуществляется с помощью электродов следующих видов: струнные, пластинчатые, стержневые и полосовые. Самым эффективным является использование пластинчатых электродов. На поверхность опалубки, соприкасающуюся с бетонной смесью, нашивают пластины и подключают к разноименным фазам сети.

- Инфракрасный нагрев. Технологическая особенность данного способа прогрева бетонной смеси заключается в способности инфракрасных лучей трансформироваться в тепло. Тепловая энергия к нагреваемой бетонной смеси от излучателя переходит моментально, без переносчика тепла. Данный способ применяется для прогрева уложенного бетона, нагрева арматурных стержней, а также замерзших поверхностей бетона.

- Индукционный прогрев. Данный способ прогрева бетонной смеси основан на использовании тепла, выделяемого в арматурных каркасах, стержнях и прочих элементах, находящихся в электромагнитном поле катушки-индуктора. Настоящий метод используется для прогрева ранее выполненных бетонных конструкций независимо от температуры наружного воздуха и типа использованной опалубки.

В ходе выполнения работы был осуществлен расчет прогрева бетона греющими изолированными проводами, методом «термоса», а также способом предварительного нагрева бетонной смеси при возведении монолитных железобетонных конструкций, а именно: плита перекрытия, ростверк и участок несущей стены. Проведен сравнительный анализ полученных результатов и сделаны следующие выводы:

1. Наибольшая численность состава бригады и высокий уровень квалификации рабочих требуется для бетонирования методом искусственного прогрева: плотник 4 разряда-1; 3 разряд-1; 2 разряда-1(установка и снятие опалубки); электромонтеры по обслуживанию электрооборудования 5 разряд-1; 3 разряд-1 (установка электродов и контроль процесса прогрева); арматурщик 4 разряд-1; 2 разряд-3 (армирование конструкций); машинист бетононасосной установки 4 разряд-1; слесарь строительный 4 разряд-1; 3 разряд-2 (бетонирование конструкций). Для бетонирования

конструкций методом искусственного прогрева требуется бригада численностью 13 человек.

2. Наименьшая потребность в строительных материалах наблюдается в бетонировании методом «термоса».

3. Потребность в наибольшем количестве строительной техники и дополнительном оборудовании для бетонирования строительных конструкций отмечена при использовании метода электропрогрева. На строительной площадке требуется установка дополнительных трансформаторных подстанций на случай неисправности рядовой подстанции в момент прогрева бетонной смеси (при разработке проекта применены трансформаторные подстанции КТПТО-80-86/VI).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ГОСТ 26633-2015 Бетоны тяжелые и мелкозернистые. Технические условия
2. ЕНиР Е4 Монтаж сборных и устройство монолитных железобетонных конструкций
3. *Гныря А.И.* Технология бетонных работ в зимних условиях [Текст]: учеб. пособие / А.И. Гныря, С.В. Коробков. Томск : Изд-во Том. гос. ар-хит.-строит. ун-та, 2011. 412 с.

БЕТОНИРОВАНИЕ НЕСУЩИХ КОНСТРУКЦИЙ ЖИЛОГО ЗДАНИЯ В ЗИМНИЙ ПЕРИОД С ПРИМЕНЕНИЕМ ГРЕЮЩИХ ИЗОЛИРОВАННЫХ ПРОВОДОВ

В.А. Телюшкина, А.Б. Лебедев

Научный руководитель – **А.Б. Лебедев**, канд. биол. наук,
доцент

Ярославский государственный технический университет

Выполнен расчет бетонирования железобетонных конструкций жилого здания в зимний период с применением греющих изолированных проводов, проведен анализ полученных результатов.

***Ключевые слова:** способы зимнего бетонирования, монолитные железобетонные конструкции, электропрогрев бетона.*

CONCRETING OF LOAD-BEARING STRUCTURES OF A RESIDENTIAL BUILDING IN WINTER WITH THE USE OF HEATING INSULATED WIRES

V.A. Telyushkina, A.B. Lebedev

Scientific Supervisor – **A.B. Lebedev**, Candidate of Biological
Sciences, Associate Professor

Yaroslavl State Technical University

The calculation of concreting of reinforced concrete structures of a residential building in the winter period with the use of heating insulated wire, the analysis of the results obtained.

***Keywords:** methods of winter concreting, monolithic reinforced concrete structures, electric heating of concrete.*

В современном строительстве существует достаточное количество различных способов зимнего бетонирования. Метод бетонирования с использованием греющих изолированных проводов имеет особенности - главное преимущество данного метода заключается в прогреве бетонной

смеси внутри конструкции, тогда как при кондуктивной теплоотдаче прогрев бетона осуществляется от источника извне и прогрев происходит с постепенным проникновением тепла во внутренние слои бетона.

Для расчета бетонирования греющими проводами в монолитных конструкциях необходимо знать следующие данные: вид и марку цемента; содержание цемента в бетоне; размер прогреваемой конструкции; требуемую прочность бетона к моменту окончания термообработки; материал опалубки и ее толщину; начальную температуру бетона; ожидаемая температура наружного воздуха; скорость и направление ветра.

В процессе проектирования вычисляют следующие основные показатели:

1. Приведенный коэффициент теплопередачи для рассчитываемой конструкции:

$$K_{\text{пр}} = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_k + \alpha_l} + \sum \frac{\delta_i}{\lambda_i}}$$

где δ_i - толщина слоя теплоизоляционного материала, м;

λ_i - коэффициент теплопроводности материала слоя, Вт/(м·°С);

α_l - коэффициент передачи теплоты от утеплителя и опалубки излучением, принимаемый равным

$$\alpha_l = (4,6 + 0,045 \cdot t_{\text{н.в}}) \cdot \varepsilon,$$

α_k - коэффициент передачи теплоты конвекцией, Вт/(м²·°С), принимаемый равным:

$$\alpha_k = \frac{4,32[(1,293 - 0,058 \cdot t_{\text{н.в}})v]^{0,8}}{a^{0,2}}$$

где ε - степень черноты полного нормального излучения материала опалубки;

v - скорость ветра, м/с;

$t_{\text{н.в}}$ - температура наружного воздуха, °С;

a - толщина бетонируемой конструкции, м.

2. Удельная электрическая тепловая мощность, приходящаяся на единицу площади обогреваемых конструкций:

$$P_{\text{уд}} = K_{\text{пр}}(t_{\text{б}} - t_{\text{н.в}}) = 7,14(50 - (-20)) = 499,8 \text{ Вт/м}^2,$$

где $t_{\text{б}}$ - температура бетона.

3. Длина одного участка проволочного нагревателя:

$$l = \sqrt{\frac{U^2 \cdot S}{p \cdot \rho_t}} = \sqrt{\frac{U^2}{p \cdot R_t}} = \sqrt{\frac{65^2}{30 \cdot 0,222}} = 25,2 \text{ м},$$

где U - рабочее напряжение питания кВт/м³;

S - площадь сечения токонесущей жилы, мм²;

p_r - удельное сопротивление жилы при рабочей температуре, Ом·мм²/м;

p - оптимальная токовая погонная нагрузка на провод, Вт/м;

R_l - сопротивление жилы, приведенное на погонное время нагревателя, Ом/м.

4. Общая длина нагревательного провода:

$$L_{\text{общ}} = \frac{P}{30} = \frac{3793,48}{30} = 126,45 \text{ м.}$$

5. Шаг навивки проволочного нагревателя на арматурный каркас составит:

$$b = \frac{1}{\frac{P_{\text{уд}}}{p} + 1} = \frac{1}{\frac{499,8}{30} + 1} = 0,057 \text{ м} = 5,7 \text{ см.}$$

В процессе выполнения работы был произведен расчет монолитных железобетонных несущих элементов (участка стены, перекрытия и ростверка). Полученные результаты были проанализированы и занесены в таблицу 1:

Таблица 1. Результаты расчета монолитных железобетонных несущих элементов

Рассчитываемый элемент	Приведенный коэффициент теплопередачи Вт/(м ² °С)	Удельная электрическая тепловая мощность, на единицу площади обогреваемой конструкции Вт/м ²	Суммарная электрическая мощность нагревателей, кВт	Длина одного участка проволочного нагревателя, м	Общая длина нагревательного провода, м	Шаг навивки, м	Интенсивность тепловыделения, Вт/м ²
Несущая стена	7,14	499,8	3793,48	25,2	128	0,059	505,93
Плита перекрытия	5,46	382,2	535,08	25,2	123	0,063	515,59
Ростверк	6,41	448,7	628,18	25,2	21,2	0,066	454,28

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- ГОСТ 26633-2015 Бетоны тяжелые и мелкозернистые. Технические условия.
- Гныря, А.И. Технология бетонных работ в зимних условиях [Текст]: учеб. пособие / А.И. Гныря, С.В. Коробков. Томск: Изд-во Том. гос. ар-хит.-строит. ун-та, 2011. 412 с.

ПОЛИМЕР-МИНЕРАЛЬНЫЕ КОМПОЗИТЫ ДЛЯ ГИДРОИЗОЛЯЦИИ ПОДЗЕМНЫХ КОНСТРУКЦИЙ

Е.М. Матюшенко, А.Б. Лебедев

Научный руководитель – **А.Б. Лебедев**, канд. биол. наук,
доцент

Ярославский государственный технический университет

Проведен анализ составов и реологических свойств полимер-минеральных композитов для гидроизоляции подземных конструкций.

Ключевые слова: полимер-минеральный композит, гидроизоляция, степень набухания, поровое пространство, водонепроницаемость.

POLYMER-MINERAL COMPOSITES FOR WATERPROOFING OF UNDERGROUND CONSTRUCTION

E.M. Matyushenko, A.B. Lebedev

Scientific Supervisor – **A.B. Lebedev**, Candidate of Biological Sciences, Associate Professor

Yaroslavl State Technical University

The analysis of the compositions and rheological properties of polymer-mineral composites for waterproofing of underground construction.

Keywords: polymer-mineral composite, waterproofing, degree of swelling, pore space, water resistant.

Полимер-минеральные композиты (ПМК) выпускают в виде гидроизоляционных сухих смесей (ГСС) и гидроизоляционных паст (ГП). Сухие смеси состоят из наполнителя и гидрофильных полимерных добавок, которые при взаимодействии с водой набухают, образуя пасты, которые полностью перекрывают поровое пространство наполнителя с образованием водонепроницаемого продукта. При многократном замачивании и высушивании материал сохраняет свои гидроизоляционные свойства.

Гидроизоляционные пасты – готовые к применению составы, не требующие замачивания водой. В герметичной таре паста хранится неограниченное время, на открытом воздухе – до 5 суток. Пасты предназначены для ликвидации протечек в действующих инженерных конструкциях

и для гидроизоляции в промышленном, гражданском и гидротехническом строительстве. Для нагнетания паст используют строительные насосы.

Основанием под гидроизоляцию служит уплотненный грунт, бетонная или щебеночная подготовка. Конструктивное решение гидроизоляции зависит от подготовки поверхности под гидроизоляцию и вида защитной стенки, применяемой для предохранения гидроизоляционных слоев смеси от механических повреждений, и выполняемой из кирпича или железобетона. При гидроизоляции водоемов, лотков и т.п. земляной откос должен иметь уклон не более $1/3$, при больших уклонах требуется усиление гидроизоляции георешетками.

В составе сухих смесей и паст в качестве полимерных добавок используют высокомолекулярные полиакриламид (ПАА) и карбоксиметилцеллюлозу (КМЦ), а качестве наполнителя могут быть применены строительные пески, супеси, суглинки и их смеси.

Содержание полимера в сухих смесях обычно составляет от 5 до 25 % и определяется требованиями к коэффициенту фильтрации композита по ГОСТ 25584-90 (рис. 1).

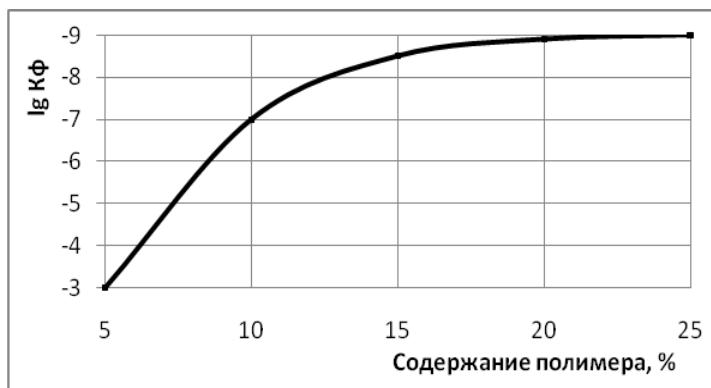


Рис. 1. Зависимость водонепроницаемости композиции от содержания водонабухающего полимера

Соотношение расходов сухого композита и воды в гелеобразных пастах определяется как требованиями к коэффициенту фильтрации, так и требованиями к пластичности паст, которые для нагнетания должны обладать свойствами, обеспечивающими возможность их транспортировки под давлением (рис. 2).

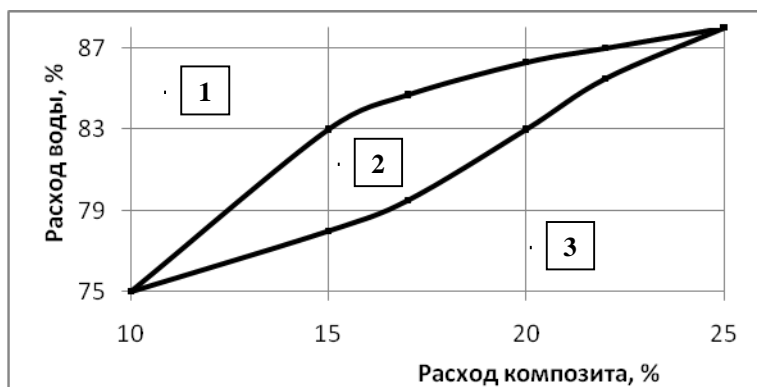


Рис. 2. Реологические свойства гидроизоляционной пасты в зависимости от соотношения расходов композита и воды:

1 – область текучести; 2 – область пластичности; 3 – жесткая смесь

Область пластичного состояния обеспечивает надежную гидроизоляцию и рекомендуется к использованию. При увеличении количества воды или уменьшении содержания композита материал переходит в текучее состояние, что снижает его противofильтрационные свойства. При уменьшении количества воды или увеличении содержания композита вязкость пасты резко возрастает, она переходит в жесткое состояние и нагнетание состава становится невозможным. Содержание исходных материалов в композите нормируется в технологическом регламенте, разрабатываемом для каждого конкретного объекта.

Применение ПМК для гидроизоляции подземных конструкций достаточно эффективно, но, в то же время, в связи с применением дорогостоящих полимеров весьма затратно.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ТР 106-00. Технические рекомендации по применению водонабухающих материалов для устройства противofильтрационных завес и экранов и гидроизоляции подземных сооружений.
2. ГОСТ 25584-90. Методы лабораторного определения коэффициента фильтрации.
3. «ЦНИИПромзданий». Руководство по применению в гидроизоляции многоцелевого гидроизоляционного материала производимого на основе полимерно-минерального композита «ПМК».

ЕСТЕСТВЕННАЯ СУШКА КОНСТРУКЦИОННЫХ СТЕНОВЫХ МАТЕРИАЛОВ

А.О. Тюрикова, А.Б. Лебедев

Научный руководитель – **А.Б. Лебедев**, канд. биол. наук,
доцент

Ярославский государственный технический университет

*Исследована кинетика естественной сушки на открытом воздухе стено-
вых конструкционных материалов.*

Ключевые слова: *стеновые конструкционные материалы, кинетика есте-
ственной сушки.*

NATURAL DRYING OF CONSTRUCTION WALL MATERIALS

A.O. Tyurikova, A.B. Lebedev

Scientific Supervisor – **A.B. Lebedev**, Candidate of Biological
Sciences, Associate Professor

Yaroslavl State Technical University

*The kinetics was investigated of natural drying on open air of wall structural
materials.*

Keywords: *wall construction materials, kinetics of natural drying.*

При конвективной сушке влажного капиллярно-пористого матери-
ала различают три периода [1]:

- период прогрева образца, где температура материала увеличивается от некоторой начальной до температуры мокрого термометра, а скорость сушки возрастает от нуля до постоянного значения – продолжительность этого периода обычно невелика по сравнению с последующими периодами;
- период постоянной скорости сушки, заканчивающийся при удалении из материала свободной влаги;

- период падающей скорости сушки, в котором начинается удаление связанной влаги.

Интенсивность сушки (интенсивность испарения влаги) в периодах постоянной и падающей скорости вычисляют [1]:

$$j = \left(\frac{dW}{d\tau} \right) \frac{\rho_0}{100 M}, \frac{\text{кг}}{\text{м}^2 \cdot \text{ч}},$$

где $dW/d\tau$ – скорость сушки в периоде, %/ч; ρ_0 – средняя плотность материала, кг/м³; M – модуль поверхности образца, м⁻¹.

Влажность материала, которая соответствует переходу между периодами постоянной и падающей скорости, называют критической влажностью. Период падающей скорости характеризуется относительным коэффициентом сушки, определяемый свойствами и характером пористой структуры образца:

$$k = \frac{1}{W_{\text{крит}} - W_p}, \%^{-1},$$

где $W_{\text{крит}}$ и W_p – критическая и конечная равновесная влажность материала.

В настоящей работе исследовали процесс сушки на открытом воздухе образцов шести конструкционных стеновых материалов, физические параметры которых приведены в табл. 1.

Таблица 1. Свойства образцов стеновых материалов

Материал	Средняя плотность, кг/м ³	Водопоглощение по массе, %	Модуль поверхности образца, м ⁻¹
Тяжелый бетон	2368	3,5	60
Легкий керамзитобетон	1339	7,1	60
Пенобетон	733	61,0	60
Кирпич керамический	2248	12,4	55
Кирпич силикатный	2055	13,1	48
Древесина (сосна)	465	61,5	60

Сушку образцов стеновых материалов проводили в течение 21 суток при температуре и относительной влажности воздуха 18 – 20 °С и 55–60 % соответственно в отсутствие ветра.

На рис. 1 приведены кривые естественной сушки материалов с ординатой изменения влажности W_t образца по отношению к его водопо-

глощению по массе W_{max} , по которым в точке перегиба определяли критическую влажность и продолжительность периодов постоянной и падающей скорости, затем вычисляли интенсивность и коэффициент сушки образца при конечной влажности, которая принята равной 0%. Результаты расчетов интенсивности естественной сушки в периодах постоянной и падающей скорости и критической влажности стеновых материалов приведены в табл. 2.

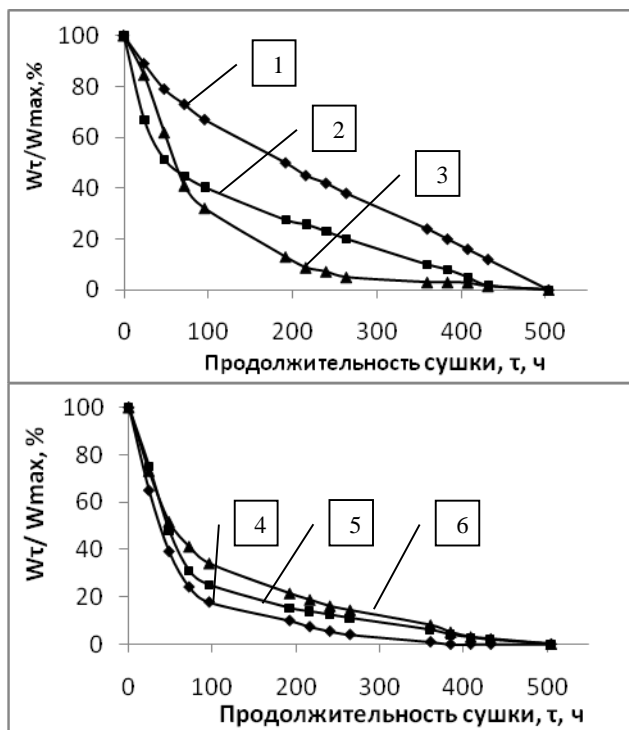


Рис. 1. Кривые естественной сушки стеновых материалов:
 1 – тяжелый бетон; 2 – легкий керамзитобетон; 3 – пенобетон;
 4 – кирпич керамический; 5 – кирпич силикатный; 6 – древесина

Таблица 2. Параметры естественной сушки стеновых материалов

Материал	Интенсивность сушки, $\text{кг}/(\text{м}^2 \cdot \text{ч})$, в периоде скорости		Критическая влажность, %
	постоянной	падающей	
Тяжелый бетон	0,006	0,002	2,7
Легкий керамзитобетон	0,022	0,002	3,7

Пенобетон	0,062	0,005	18,3
Кирпич керамический	0,074	0,003	2,4
Кирпич силикатный	0,056	0,004	3,1
Древесина (сосна)	0,048	0,004	20,9

По результатам табл. 2, полученные значения критической влажности стеновых материалов практически совпадают с их нормативной влажностью в Приложении Т для условий эксплуатации Б по таблице 2 СП 50.13330.2012. Исследованные материалы характеризуются близкими величинами интенсивности сушки в периоде падающей скорости, но кратно отличаются по этому показателю в периоде падающей скорости удаления влаги.

В таблице 10 СП 50.13330.2012 приведены значения предельно допустимого приращения влажности ΔW в материалах ограждений. Пусть имеем участок стены средней плотностью 1800 кг/м^3 площадью 1 м^2 и толщиной $0,64 \text{ м}$ из силикатного кирпича с нормативной избыточной влажностью $\Delta W = 2,0 \%$. При односторонней сушке этого участка в условиях эксплуатации Б с модулем поверхности $M = 1,563 \text{ м}^{-1}$ необходимое время в периоде постоянной скорости составит:

$$d\tau = \left(\frac{\Delta W}{j} \right) \frac{\rho_0}{100 M} = \frac{2 \cdot 1800}{0,056 \cdot 100 \cdot 1,563} = 411 \text{ ч} = 17 \text{ суток.}$$

Если данная стена промочена до предельной влажности – водопоглощения по массе $W_{\max} = 13,1\%$, то до нормативной влажности $W_{\text{норм}} = 4\%$ по Приложению Т СП 50.13330.2012 продолжительность сушки составит

$$d\tau = \left(\frac{W_{\max} - W_{\text{норм}}}{j} \right) \frac{\rho_0}{100 M} = \frac{(13,1 - 4) \cdot 1800}{0,056 \cdot 100 \cdot 1,563} = 1871 \text{ ч,}$$

или 80 суток. Для северных и средней полосы районов Российской Федерации, с учетом среднемесячной температуры наружного воздуха и атмосферных осадков, рассчитанного времени естественного удаления избыточной влаги будет недостаточно для просушки ограждений в летний период года.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

4. Лыков А.В. Теория сушки. М.: Энергия, 1968. 472 с.
5. СП 50.13330.2012. Тепловая защита зданий.

КОЭФФИЦИЕНТ ТЕПЛООБМЕНА В СТРОИТЕЛЬНЫХ ГРУНТАХ

А.С. Зайцева, А.О. Тюрикова, А.Б. Лебедев

Научный руководитель – **А.Б. Лебедев**, канд. биол. наук,
доцент

Ярославский государственный технический университет

*Исследован коэффициент теплообмена в строительных грунтах.
Ключевые слова: строительные грунты, коэффициент теплообмена.*

THE HEAT TRANSFER COEFFICIENT IN BUILDING SOILS

A.S. Zaytseva, A.O. Tyurikova, A.B. Lebedev

Scientific Supervisor – **A.B. Lebedev**, Candidate of Biological
Sciences, Associate Professor

Yaroslavl State Technical University

*The heat transfer coefficient in building soils is investigated.
Keywords: construction soil, heat transfer coefficient.*

В настоящее время широкое применение в различных отраслях промышленности находят тепловые трубы, которые представляют собой разновидность регенеративных теплообменников с промежуточным теплоносителем. Традиционно тепловые трубы используют для термостабилизации грунтов в зоне вечной мерзлоты при устройстве свайных фундаментов и опор [1]. Также тепловые трубы предлагается применять в энергетических целях для регенерации температурного потенциала грунта в теплонасосных системах водонагревательных установок с грунтовыми зондами [2].

Тепловые трубы – высокоэффективные, не требующие дополнительных энергозатрат, герметичные теплопередающие устройства, работающие по замкнутому испарительно-конденсационному циклу и переносящие тепловую энергию из нагретой области в холодную область с КПД,

намного большим, чем при использовании любых высокотеплопроводных металлов. В тепловой трубе различают три участка: зона подвода тепла (испарения теплоносителя), адиабатическая зона переноса тепла и зона отвода тепла (конденсации теплоносителя). Процессы переноса тепла от грунта нижнего слоя в зону испарения установленной в грунте тепловой трубы, а также теплоотдача от зоны конденсации в верхний слой грунта относятся к сложному кондуктивно-конвективному теплообмену, где важнейшим показателем является коэффициент теплообмена между грунтом и названными участками трубы, который, очевидно, будет зависеть от вида грунта, плотности его скелета и влажности, минералогического состава и других параметров. Согласно п.Б.7 СП 25.13330.2012 [3] все теплофизические характеристики строительных грунтов следует определять опытным порядком.

В настоящей работе проведены лабораторные определения коэффициента теплообмена в песчаном, супесчаном, суглинистом и глинистом строительных грунтах различной влажности. Опытная установка представляла собой контейнер с уплотненным грунтом и размещенным в грунте металлическим пеналом с теплоносителем. В качестве теплоносителя использовали воду, температуру которой измеряли ртутным термометром.

По закону Фурье [4] плотность теплового потока, q , Вт/(м²·К) через стенку в грунт за промежуток времени τ , с:

$$q = \frac{Q}{F_{ст} \cdot \tau} = \frac{t_n - t_k}{R_{ст} + R_{гр}},$$

где Q – количество перенесенной теплоты, Дж; F – площадь поверхности стенки пенала, м²; t_n и t_k – начальная и конечная температура теплоносителя; $R_{ст}$ и $R_{гр}$ – термические сопротивления стенки и грунта, (м²·К)/Вт. Для цилиндрической стенки пенала термическое сопротивление

$$R_{ст} = \frac{1}{2\lambda_{ст}} \cdot \ln \frac{d_2}{d_1},$$

где d_1 и d_2 – внутренний и наружный диаметры цилиндрической стенки пенала,; $\lambda_{ст}$ – коэффициент теплопроводности материала стенки. Для грунта термическое сопротивление

$$R_{гр} = \frac{1}{\alpha_{гр}},$$

откуда вычисляли коэффициент теплообмена с грунтом металлического пенала с теплоносителем, численные значения которого приведены в табл. 1, а характер изменения его от влажности грунта – на рис. 1.

Таблица 1. Коэффициент теплообмена в строительных грунтах

Строительный грунт	Влажность грунта, %	Коэффициент теплообмена, Вт/(м ² ·К)
Песок	0	23,0
	5	47,7
	10	65,4
	17	103,7
Супесь	0	28,5
	5	30,1
	10	40,2
	17	93,8
Суглинок	0	21,2
	5	27,1
	10	30,9
	17	41,9
Глина	0	22,0
	5	22,0
	10	25,7
	17	33,8
Воздух	-	25,0
Вода	-	584,1

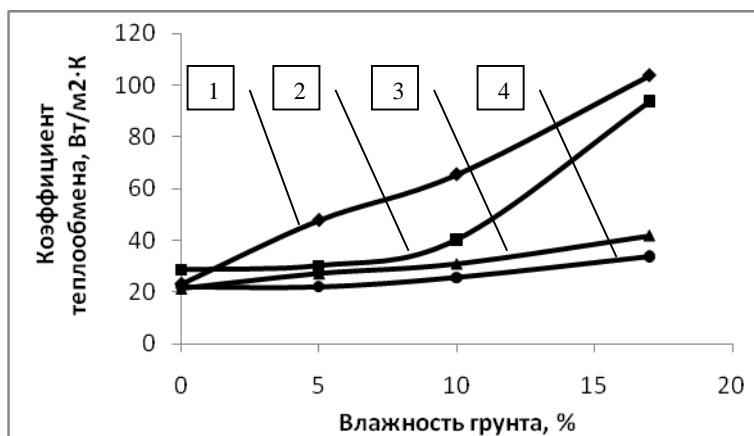


Рис. 1. Зависимость коэффициента теплообмена в грунтах от влажности:

1 – песок; 2 – супесь; 3 – суглинок; 4 – глина

Из данных табл. 1 видно, что коэффициент теплообмена в грунтах с нулевой влажностью сравним с таковым для неподвижного воздуха, но в

20 – 28 раз меньше, чем в стоячей воде. Более быстрый рост этого коэффициента у песков и супесей с увеличением их влажности указывает на повышение интенсивности в них конвективного теплообмена, что связано со значительной пустотностью этих грунтов и наличием крупных межзерновых пор.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

6. *Галкин М.Л.* Термостабилизация вечномерзлых грунтов / М.Л. Галкин, А.М. Руквишников, Л.С. Генель // Холодильная техника. Инновационные методы и устройства. 2013. № 7. С. 1-4.
7. *Елистратов Е.Е.* Повышение энергоэффективности зданий за счет использования возобновляемых источников энергии / Е.Е. Елистратов, В.К. Аверьянов, А.А. Мележик // В сб. трудов международного форума «Возобновляемая энергетика». 2014. С. 146–151.
8. СП 25.13330.2012. Основания и фундаменты на вечномерзлых грунтах.
9. *Крейт Ф.* Основы теплопередачи / Ф. Крейт, У.Блэк. М.: Мир, 1983. 512 с.

ЗАДАЧА СТЕФАНА ДЛЯ СТРОИТЕЛЬНЫХ ГРУНТОВ В КЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ ГОРОДА ЯРОСЛАВЛЯ

А.С. Зайцева, А.Б. Лебедев

Научный руководитель – **А.Б. Лебедев**, канд. биол. наук,
доцент

Ярославский государственный технический университет

Проведены расчеты глубины промерзания строительных грунтов в климатических условиях города Ярославля.

***Ключевые слова:** строительные грунты, глубина промерзания, задача Стефана*

THE STEFAN PROBLEM FOR BUILDING SOILS IN THE CLIMATIC CONDITIONS OF THE CITY OF YAROSLAVL

A.S. Zaytseva, A.B. Lebedev

Scientific Supervisor – **A.B. Lebedev**, Candidate of Biological
Sciences, Associate Professor

Yaroslavl State Technical University

The calculations of the depth of freezing of building soils in the climatic conditions of the city of Yaroslavl.

***Keywords:** construction soil, freezing depth, Stefan's task.*

Задачей Стефана называется задача о распространении тепла в двух соприкасающихся областях, граница между которыми может перемещаться вследствие фазового перехода. Частое чередование заморозков и оттепелей в зимний период приводит к многократным вертикальным колебаниям этой границы замерзания - оттаивания как в грунте, так и в подземных конструкциях (пусть и на небольшом участке их протяженности), что приводит к быстрому расходованию ресурса циклов их морозостойкости в зоне колебания фронта положительных и отрицательных температур, снижению прочности и разрушению.

В настоящей работе проведены расчеты глубины промерзания четырех видов строительных грунтов для среднемесячной температуры

наружного воздуха в зимний период в г. Ярославле по параметрическим зависимостям СП 25.13330.2012 [1] и решением задачи Стефана с учетом подвижной границы фазового перехода [2]. Результаты расчетов приведены в табл. 1, 2.

Таблица 1. Глубина промерзания строительных грунтов в зимний период в г. Ярославле по СП 25.13330.2012

Месяцы года в зимний период	Средняя температура наружного воздуха, °С	Глубина промерзания, м, для грунта			
		Песок	Супесь	Суглинок	Глина
Ноябрь	- 2,7	0,53	0,60	0,60	0,90
Декабрь	- 8,1	0,92	0,90	0,90	1,10
Январь	- 11,9	1,11	1,10	1,10	1,20
Февраль	- 10,7	1,00	1,00	1,00	1,20
Март	- 5,1	0,74	0,80	0,80	1,18

Таблица 2. Глубина промерзания строительных грунтов в зимний период в г. Ярославле по решению задачи Стефана

Месяцы года в зимний период	Средняя температура наружного воздуха, °С	Глубина промерзания, м, для грунта			
		Песок	Супесь	Суглинок	Глина
Ноябрь	- 2,7	0,49	0,42	0,33	0,29
Декабрь	- 8,1	0,87	0,75	0,61	0,53
Январь	- 11,9	1,05	0,91	0,65	0,65
Февраль	- 10,7	0,95	0,82	0,73	0,58
Март	- 5,1	0,69	0,59	0,47	0,42

Нормативный расчет глубины промерзания практически не учитывает теплофизические свойства грунтов в самые холодные зимние месяцы и лишь показывает различие результатов на границах зимнего сезона. Результаты решения задачи Стефана более чувствительны как к тепловым характеристикам грунтов, так и к изменениям температуры наружного воздуха.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. СП 25.13330.2012. Основания и фундаменты на вечномерзлых грунтах.
2. Шестаков В.Н. Методы теории теплопроводности в транспортном строительстве: учебное пособие/В.Н. Шестаков, А.Н. Шестаков. Омск: СибАДИ, 2011. 72 с.

ВЛИЯНИЕ ОСОБЕННОСТЕЙ СТРОИТЕЛЬНОЙ ПРОДУКЦИИ НА ОРГАНИЗАЦИЮ СТРОИТЕЛЬСТВА

А.А. Колесникова, М.В. Лысанова

Научный руководитель – **М.В. Лысанова**, канд. техн. наук, доцент

Ярославский государственный технический университет

В статье рассматриваются факторы, влияющие на сложность управления строительным производством, а также их взаимосвязь между собой.

***Ключевые слова:** строительная продукция, организация управления, факторы производства.*

INFLUENCE OF FEATURES OF CONSTRUCTION PRODUCTS ON THE ORGANIZATION OF CONSTRUCTION

A.A. Kolesnikova, M.V. Lysanova

Scientific Supervisor – **M.V. Lysanova**, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor

Yaroslavl State Technical University

The article discusses the factors that affect the complexity of construction management, as well as their relationship to each other.

***Keywords:** construction products, management organization, factor of production.*

Главной задачей строительного производства является возведение зданий и сооружений, которые представляют собой конечную продукцию: промышленные, жилые и гражданские здания (магазины, театры, школы и др.), объекты энергетики, линейные и транспортные сооружения, сельскохозяйственные здания и многие другие объекты.

При их возведении возникает ряд взаимосвязанных факторов (рис. 1), усложняющих процесс производства работ.



Рис. 1. Взаимосвязь факторов сложности управления строительным производством

Основополагающим фактором являются особенности строительной продукции, в отличие от конечных продуктов других отраслей:

1. Территориальная (местная) закреплённость. Строящиеся объекты прикреплены к местности, которая характеризуется своими климатическими, инженерно-геологическими и топографическими условиями.

2. Индивидуальность проектов. Каждый объект обладает уникальностью и вариативностью объёмно-планировочных, конструктивных, экстерьерных и интерьерных решений, большими размерами и весом конструктивных элементов.

3. Продолжительность возведения строительной продукции. Процесс строительства здания характеризуется поэтапностью и, в зависимости от сложности объекта, обладает различной продолжительностью.

Следовательно, при организации строительного производства, необходимо учесть все вышеперечисленные особенности, присущие именно данному объекту, что приводит к сезонности, мобильности и дискретности выполнения работ, необходимости адаптации к объекту строительства, разнообразию объёмных и мощностных параметров, а также созданию уникальных объектных строительных комплексов.

Также, в связи с разнообразием строительных процессов, появляется необходимость разделения выполнения строительного-монтажных работ между специализированными организациями-исполнителями. А значит, происходит и разделение труда, средств и ресурсов на отраслевые специализации.

Такое разделение производственного процесса для достижения наилучшего результата нуждается в централизации управления и кооперировании деятельности, между организациями-исполнителями (рис. 2).

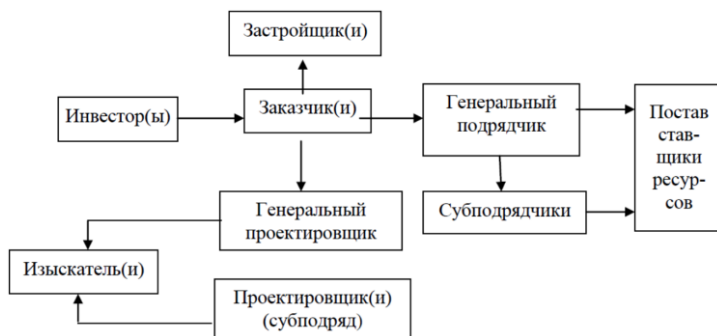


Рис. 2. Организации-участники ОПСК

Все вышеперечисленные особенности строительной продукции и ее производства, непосредственно отражаются в цене. А это значит, что финансовые ресурсы также специализированы и требуют соответствующего объединения на фронтах работ и во времени. В связи с этим расчет стоимости может осуществляться различными методами. Но при этом необходимо придерживаться единообразия и адекватности в расчете финансовых показателей каждого подрядчика в ОПСК (объектном подрядном строительном комплексе).

Исходя из вышеуказанного, при организации управления строительным производством возникает необходимость сформировать, обработать и связать между собой большой объем информации. На основании данной информации производится календарное и организационно-технологическое планирование с формированием индивидуальных проектных ОПСК на время выполнения строительного-монтажных работ.

Именно такой подход к управлению и организации строительного производства, обуславливает оперирование целым ОПСК, а не одной организацией или организациями.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Буликов С.Н. Развитие механизмов кооперирования и кредитования в строительстве: монография / С.Н. Буликов, М.В. Лысанова, В.Д. Сухов. Ярославль: Изд-во ЯГТУ, 2011. 224 с.
2. Модели и методы управления строительными проектами / С.А. Баркалов, И.В. Буркова, П.Н. Курочка. Саратов: Издательство «Вузовское образование», 2015. 461 с.
3. Управление проектами в строительстве: лекции / А.В. Долматов, А.А. Потвалова. 210 с.
4. Методические указания по выполнению магистерской диссертации студентов магистратуры направления 08.04.01 «Строительство» / М.В. Лысанова, В.Д. Сухов. Ярославль, 2018. 95 с.

СОСТОЯНИЕ ЦЕНООБРАЗОВАНИЯ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ НА ПРИМЕРЕ МЕТОДОВ ОПРЕДЕЛЕНИЯ СТОИМОСТИ СТРОИТЕЛЬСТВА

М.А. Старова, М.В. Лысанова

Научный руководитель – **М.В. Лысанова**, канд. техн. наук

Ярославский государственный технический университет

В статье рассматриваются методы определения сметной стоимости.

***Ключевые слова:** метод, сметный расчет, базисно-индексный метод, ресурсно-индексный метод, ресурсный метод.*

THE STATE OF PRICING IN CONSTRUCTION ON THE EXAMPLE OF METHODS FOR DETERMINING THE COST OF CONSTRUCTION

M.A. Starova, M.V. Lysanova

Scientific Supervisor – **M.V. Lysanova**, Candidate of Technical
Sciences

Yaroslavl State Technical University

The article discusses methods for determining the estimated cost.

***Keywords:** method, estimate calculation, base-index method, resource-index method, resource method.*

Организационно-экономические проблемы снижения сметной стоимости строительства объектов необходимо рассматривать во взаимосвязи с проблемами эффективности строительства и точности прогнозных сметных расчетов различных типов объектов и регионов строительства [1].

Существует несколько проблем, решение которых должно быть направлено на разработку механизмов определения оптимальной (или максимально реальной) стоимости строительства объектов и договорных цен между участниками инвестиционного процесса.

Первая проблема связана с разработкой механизмов определения оптимальной сметной стоимости строительства объектов, достигающий максимальный совокупный эффект от строительства и эксплуатации объектов с наиболее рациональной продолжительностью и сроками их строительства.

Вторая проблема снижения сметной стоимости строительства связана с разработкой механизмов повышения точности и достоверности прогнозных расчетов в зависимости от типов объектов, их отраслевой направленности и регионов строительства.

Третья проблема снижения сметной стоимости строительства связана с переходом от затратного к рыночным механизмам сметных расчетов.

В данной статье мы рассмотрим вторую проблему, сравнивая сметные цены разными методами расчета для выявления более достоверной и оптимальной стоимости объекта строительства.

На данный момент в нашей стране используются четыре метода расчета сметной документации:

- ресурсный
- ресурсно-индексный
- базисно-индексный
- базисно-компенсационный

Для сравнения стоимости строительства, мы рассмотрим три метода: ресурсный, ресурсно-индексный и базисно-индексный.

Ресурсный метод – это составление сметы в текущих (прогнозируемых) ценах на ресурсы: материалы, эксплуатацию машин и механизмов, оплату труда рабочих и машинистов. Все расценки выбираются по различным сборникам ГЭСН (государственные элементные сметные нормы), нормативные показатели расходов материалов и цены на все виды ресурсов заданы в текущих ценах [2].

Ресурсно-индексный метод предусматривает сочетание ресурсного метода с системой индексов на ресурсы, используемые в строительстве [3].

Базисно-индексный метод – это приведение к текущим ценам, исходя из основы расчета в базисных ценах 2001 года, которые индексируются с помощью усредненных коэффициентов (индексов), разработанных для заработной платы рабочих и машинистов, материалов и эксплуатации машин [4].

Индексы перерасчета в текущие цены разрабатываются на федеральном и региональном уровне каждый квартал.

Выбор метода составления сметной документации ничем не регламентируется. Он выбирается равноправно заказчиком и подрядчиком.

Наиболее перспективным и точным является ресурсный метод, но чаще используется базисно-индексный метод.

Рассмотрим локальную смету на строительство ресторана 110 мест тремя различными методами: ресурсным, ресурсно-индексным и базисно-индексным методом.

Алгоритм составления локальной сметы ресурсным методом:



Алгоритм составления локальной сметы ресурсно-индексным методом похож на ресурсный метод, но отличается тем, что заработная плата рабочим и машинистам, а также эксплуатация машин, может быть посчитана в базисных ценах с применением коэффициентов (индексов).

Алгоритм составления локальной сметы базисно-индексным методом:



Произведя сравнение (табл. 1) трех методов составления локальной сметы на определенном примере, можно сделать выводы, что ресурсный способ оказался дешевле. Это обусловлено тем, что в смете не присутствовали материалоемкие работы, отсутствуют лишние машины и большое количество материалов.

Таблица 1. Сравнение итогов локальной сметы ресурсным, ресурсно-индексным и базисно-индексным методами

Наименование объекта: Ресторан на 110 мест

№ п/п	Перечень итогов	Стоимость в руб.:		
		Ресурсный метод	Ресурсно-индексный метод	Базисно-индексный метод
1	Прямые затраты:	6 481 170	10 169 798	9 156 104
1.1	Материалы	5 035 737	8 031 931	8 230 697
1.2	Эксплуатация машин и механизмов	185 276	515 929	309 602
1.3	ФОТ	1 133 076	1 621 938	615 805
2	Накладные расходы	1 303 038	1 961 220	708 441
3	Сметная прибыль	622 736	1 155 144	417 431
4	НДС 20%	-	2 657 232	2 056 395
5	Всего по смете	8 406 944	15 943 394	12 338 370

Выбор метода расчета выбирается равноправно заказчиком и подрядчиком. Если строительство осуществляется на бюджетной основе, то ресурсный метод не является выгодным, потому что каждую расценку необходимо подтверждать документально прайс-листами, счетами-фактурами на материалы, данными бухгалтерии о стоимости чел-ч или другими фактическими документами. Например, ведомости материалов, данные о затратах труда рабочих и времени использования строительных машин, проводимыми в ПОС (проект организации строительства) или ППР (проект производства работ). В таком случае предпочтение отдается базисно-индексному и ресурсно-индексному методу.

Таблица 2. Сравнение ресурсного, ресурсно-индексного и базисно-индексного методов

Ресурсный метод	Ресурсно-индексный метод	Базисно-индексный метод
«+» более точные суммарные денежные затраты	«-» имеется погрешность при составлении смет, но значительно меньше, чем в базисно-индексном методе	«-» 10-25% погрешность при составлении смет
«+» получил распространение на предприятиях, которые сами разрабатывают расценки	«+» можно использовать данный метод в организациях с бюджетными инвестициями, используя разработанные расценки	«+» получил распространение в организациях с бюджетными инвестициями
«-» трудоемкий и время затратный процесс	тратится меньше времени на составление сметы, чем ресурсный метод, но больше, чем базисно-индексный метод	«+» тратится меньше времени при составлении смет
«+» точность цен, т.к. берутся из прайс-листов на данный момент времени	«+» цены приблизительно точны на данный момент времени	«-» цены и индексы усреднены
«-» нужно подтверждать фактическими документами цены на все ресурсы	«-» некоторые составляющие из прямых затрат нужно подтверждать фактическими документами	«+» не нужно подтверждать фактическими документами и прайс-листами организаций

Подводя итоги, можно выделить следующее:

- выбор метода зависит полностью от предпочтений заказчика и подрядчика;
- базисно-индексный метод, в отличие от ресурсно-индексного и ресурсного, предпочтительнее использовать для организаций с инвестициями из бюджета, так как не нужно подтверждать цены фактическими документами;
- базисно-индексный метод, где цены являются усредненными из-за

индексов, не является точным как ресурсно-индексный и ресурсный методы, но занимает меньше времени при разработке смет.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Резниченко В.С.* Системные подходы к определению цен и управление стоимостью в строительстве / В.С. Резниченко, Н.Н. Ленинцев. Москва, 2005. 515 с.
2. *Барановская Н.И.* Основы сметного дела в строительстве / Н.И. Барановская, А.А. Котов. Москва, Санкт-Петербург, 2005. 480 с.
3. *Лысанова М.В.* Основы сметного дела в строительстве. Том 1 / М.В. Лысанова, В.Д. Сухов. Ярославль, 2010. 122 с.
4. *Горячкин П.В.* Составление смет в строительстве на основе сметно-нормативной базы 2001 года (практическое пособие). Москва, Санкт-Петербург, 2003. 560 с.

ОПЛАТА ТРУДА КАК ВАЖНЫЙ ЭЛЕМЕНТ ДОГОВОРНОГО ПРОЦЕССА В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

Е.А. Смирнова, М.В. Лысанова

Научный руководитель – **М.В. Лысанова**, канд. техн. наук, доцент

Ярославский государственный технический университет

В статье рассматривается понятие «сметная стоимость», «норма времени», «норма затрат труда», «норма выработки». Рассматривается оплата труда, как важный элемент договорного процесса в строительстве.

***Ключевые слова:** сметная стоимость, заработная плата, норма времени.*

PAYMENT OF LABOR AS AN IMPORTANT ELEMENT OF A CONTRACT PROCESS IN CONSTRUCTION

E.A. Smirnova, M.V. Lysanova

Scientific Supervisor – **M.V. Lysanova**, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor

Yaroslavl State Technical University

The article discusses the concept of «estimated cost», «rate of time», «rate of labor costs», «rate of production». Wages are considered as an important element of the contractual process in construction.

***Keywords:** estimated cost, wages, rate of time.*

Строительство представляет собой одну из важнейших отраслей материального производства, предназначенную возводить промышленные предприятия, здания и сооружения общественного и жилищного направления.

Строительство как одна из отраслей экономики характеризуется наличием ряда особенностей, отличающей ее от других отраслей, среди них можно назвать, например, такие: уникальность каждого объекта, особый характер продукции строительства, условия вложения, освоения и

возврата денежных средств. Длительность технологического цикла в строительстве обусловила особую методику расчета сметной стоимости строительства.

Сметная стоимость - сумма денежных средств, необходимых для осуществления строительства в соответствии с проектными материалами.

Факторы, оказывающие влияние на формирование сметной стоимости СМР можно разделить на следующие группы: внешние факторы, факторы прямого воздействия, факторы косвенного воздействия. К внешним факторам относится политическая, социальная и экономическая ситуация в стране и регионе, соотношение спроса и предложения на строительную продукцию, законодательное и нормативно-правовое обеспечение, совершенствование техники и технологии производства. Факторы прямого и косвенного воздействия свойственны процессу формирования сметной стоимости СМР - прямые затраты, косвенные и лимитированные затраты [1].

Прямые затраты непосредственно связаны со строительством и определяются стоимостью материальных ресурсов, эксплуатации машин и оплатой труда рабочих. К факторам косвенного воздействия относятся накладные расходы, сметная прибыль, прочие расходы и затраты, налоги и платежи. Отличительной особенностью данного подхода является определение растущей роли оплаты труда в формировании сметной стоимости СМР.

Сметный фонд оплаты труда в планировании стоимости строительства должен устанавливать объем финансовых ресурсов, необходимый и достаточный для начисления заработной платы всем работникам подрядной организации, выполняющей строительные работы.

Действующая система норм и нормативов для управления и планирования оплатой труда в строительстве включает в себя два уровня: сметный и производственный [4].

Сметная (ресурсная) норма - объединяет нормативные удельные показатели расхода ресурсов в натуральных измерителях, необходимые для выполнения единицы сметной работы

Нормирование труда является одной из главных частей управления производством и включает определение необходимых затрат труда на выполнение работ отдельными работниками и установление на этой основе норм труда. Необходимыми являются затраты, соответствующие эффективному для конкретных условий производства применению трудовых и материальных ресурсов при условии соблюдения научно обоснованных режимов труда и отдыха [3].

Исходными данными в системе нормирования занимали технологические карты рабочих процессов на типовые технологии строительного производства и устройство основных конструктивных элементов зданий и

сооружений. По ранее действовавшим правилам, в состав проектно-сметной документации на строительство должен быть включен комплект типовых технологических карт.

При нормировании труда рабочих и служащих применяются следующие виды норм труда: норма времени, норма выработки, норма обслуживания, норма численности.

Норма времени- величина затрат рабочего времени, установленная для выполнения единицы работы работником или группой работников (бригадой) соответствующей квалификации в определенных организационно-технических условиях.

Норма затрат труда (трудозатрат)- суммарные затраты живого труда всех исполнителей на производство натуральной единицы продукции, (технологический процесс, законченный комплекс работ, изделие, этап или объект строительства).

Норма выработки- установленный объем работы (количество единиц продукции), который работник или группа работников (бригада) соответствующей квалификации обязаны выполнить в единицу рабочего времени (смену) в определенных организационно-технических условиях [1].

Производственные нормы создают величину затрат труда, машинного времени и расхода материалов на рабочие движения, рабочие операции и приемы. Областью применения данных норм является внутрифирменный учет и контроль над производственным процессом, организацией труда рабочих и оплатой их труда, формирование финансовых результатов в подрядных организациях. На основе производственных норм составляются сметные нормы затрат труда и машинного времени, карты трудовых процессов и графики производства работ.

Сметные нормы затрат труда значительно укрупнены по сравнению с производственными нормами. Они разрабатываются калькулированием затрат на комплексы работ и включают ряд производственных норм, связанных общим циклом выполняемых работ.

С укрупнением производственных норм в сметном нормативе связано их усреднение. Сметное укрупнение и усреднение объемов и методов производства работ приводит к отклонениям полученных средних величин от условий реального производства, что ограничивает возможность их использования в целях низового планирования и хозяйственного расчета в подрядной организации, а тем более на уровне бригад и рабочих мест [4].

Сегодня уже понятно, что многие важнейшие элементы административной системы нормирования в строительстве не работают в рыночных условиях.

В настоящее время в условиях оплата труда становится важным элементом договорного процесса в строительстве, на котором предприятия

часто экономят. Анализ показал, что поскольку государство не может регулировать цены на материальные ресурсы, а снизить себестоимость строительства необходимо, происходит искусственное сдерживание уровня оплаты труда рабочих. Однако на практике по ряду причин не представляется возможным организовать оплату труда в размерах, предусмотренных сметой. Поэтому в сложившейся ситуации основной проблемой является несоответствие реального (фактического) уровня оплаты труда рабочих планируемому в сметных расчетах.

В связи с этим целесообразно к технологическим картам, разрабатываемым подрядными организациями, создать комплект норм расхода ресурсов в расширенном формате производственных и сметных показателей расхода ресурсов как приложение к карте. Такие технологические карты строительных процессов с детализированными показателями расхода ресурсов в специфицированной номенклатуре производственного планирования следует прилагать к сметам, как части проектно-сметной документации [2].

Далее, при необходимости, возможно формирование на основе технологических карт новых сметных нормативов в упрощенном формате для включения их в состав сметно-производственных норм (ЭСПН) общего применения.

Технологическое нормирование затрат труда в строительстве является одним из ключевых моментов при определении достоверной цены контракта. Разработка новых технических норм затрат труда позволит увеличить не только заработную плату работников. Заработная плата является мощным средством мотивации для увеличения производительности труда. Соответственно. Это может привести к уменьшению длительности строительства объектов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Лысанова, М.В.* Основы сметного дела в строительстве: учеб. пособие для студентов специальности 080502 «Экономика и управление на предприятии (по отраслям)» [Текст]: в 3 т. / М.В. Лысанова, В.Д. Сухов; Яросл. гос. техн. ун-т. Ярославль, 2010. Т. 1. 123 с. Т. 2. 100 с. Т. 3. 79 с.
2. *Лысанова М.В.* Методические указания по выполнению магистерской диссертации студентов магистратуры направления 08.04.01 «Строительство» / М.В. Лысанова, В.Д. Сухов. Ярославль, 2018. 95 с.
3. *Лысанова М.В.* Оплата труда в строительстве. Техническое нормирование / М.В. Лысанова, В.Д. Сухов. Ярославль, 2013. 66 с.
4. *Грюнштам В.А.* Оплата труда в строительстве / Санкт-Петербургский Региональный центр по ценообразованию в строительстве. М., 2017. 609 с.
5. Академик [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://dic.academic.ru/> свободный (11.01.2020).

ИНЪЕКЦИОННАЯ ГИДРОИЗОЛЯЦИЯ КАМЕННЫХ КОНСТРУКЦИЙ

А.Б. Османов, М.А. Абрамов

Научный руководитель - **М.А. Абрамов**, канд. техн. наук,
доцент

Ярославский государственный технический университет

Проанализирована зависимость скорости инъецирования образцов из керамического кирпича от диаметра пакера. Исследовано изменение прочностных характеристик керамического кирпича до и после инъецирования гидрофобизатором С-417. Выполнено натурное моделирование инъецирования каменной кладки гидрофобизирующим составом.

Ключевые слова: вторичная гидроизоляция, инъекционная гидроизоляция, гидрофобизатор, пакер.

INJECTION WATERPROOFING OF STONE DESIGNS

A.B. Osmanov, M.A. Abramov

Scientific Supervisor – **M.A. Abramov**, Candidate of Technical Sciences,
Associate Professor

Yaroslavl State Technical University

The dependence of the injection rate of ceramic brick samples on the packer diameter is analyzed. A change in the strength characteristics of ceramic bricks before and after injection with a C -417 hydrophobizer was investigated . A full-scale simulation of injection of masonry with a hydrophobizing compound was performed.

Keywords: secondary waterproofing, injection waterproofing, water repellents, packer.

Все здания и сооружения подвержены воздействию влаги. Следствием этого становится преждевременное разрушение конструкций. В большинстве случаев, горизонтальная гидроизоляция, заложенная при строительстве зданий, в наше времена, по разным причинам не выполняют свою функцию [1]. Основная проблема, встречающаяся при ремонте зданий и сооружений, в частности, представляющий исторический интерес, является высокое содержание влаги в строительных конструкциях. За счет

капиллярных сил почвенная влага проникает вглубь строительных конструкций и поднимается по кладке выше на несколько этажей.

Данная статья посвящена выполнению инъекционной гидроизоляции конструкций из керамического кирпича с использованием гидростатического давления инъекционного состава.

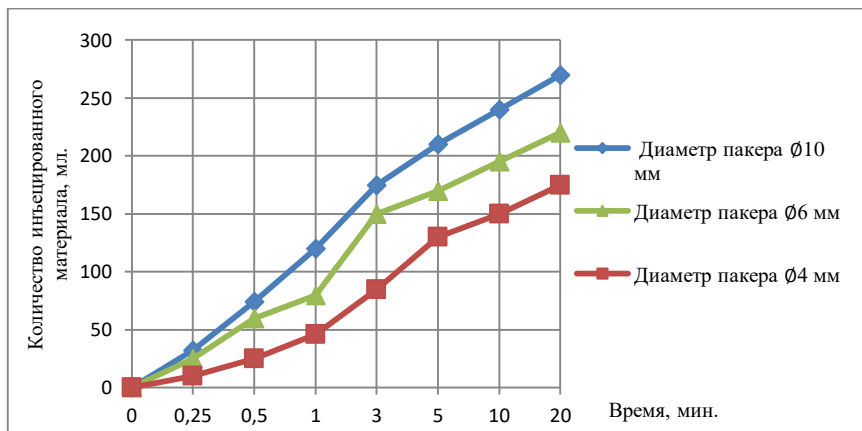


Рис. 1. Скорость инъецирования образцов из керамического кирпича при разном диаметре пакера гидрофобизатором С417, мг/мин

Вывод: Скорость пропитки напрямую зависит от диаметра пакера, однако увеличение отверстия может привести к ослаблению кладки.

Таблица 1. Прочность образцов на сжатие после и до инъекционной гидроизоляции гидрофобизирующим составом, МПа

	Среднее значение, МПа	Среднее квадратичное отклонение, МПа
Образец без пропитки	7,6	1,51
Образец после пропитки	7,83	1,07

Вывод: Снижение прочности кирпичных образцов не наблюдается.

Смоделирован фрагмент кирпичной кладки из керамического кирпича М75, раствора М75, Рсж кладки 1,4 МПа, согласно СП15.13330.2012. В кирпичной кладке выполнено отверстие Ø18 мм, после чего произведено инъецирование кладки гидрофобизатором С-417. Установлено, что в связи с малой вязкостью гидрофобизатора С-417, происходит его фильтрация через кирпичную кладку.

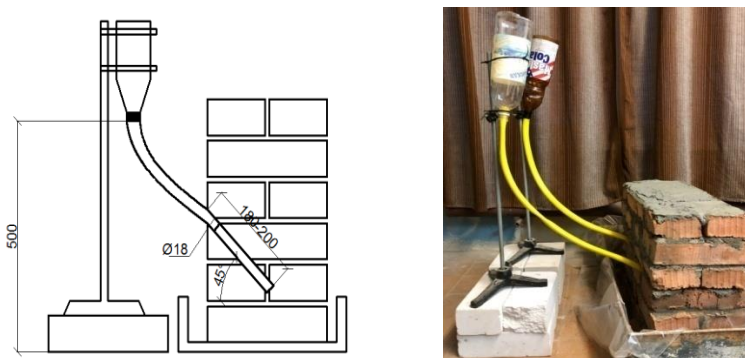


Рис. 2. Схема и модель кирпичной кладки

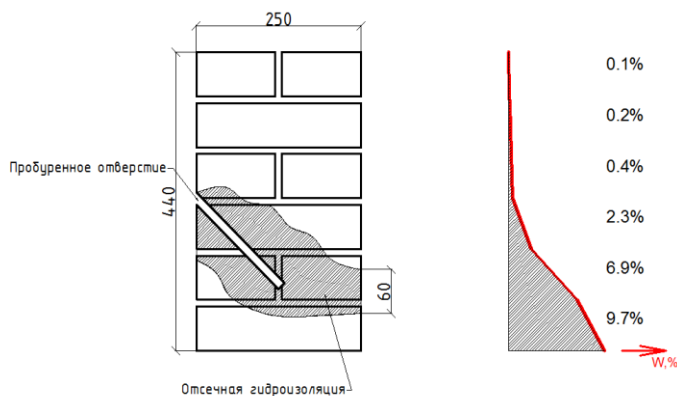


Рис. 3. Распространение инъекционного материала, изменение влажности каменной кладки после инъектирования гидрофобизирующего состава С-417

Из схемы изменения влажности кладки (рис. 3) видно, что в уровне выполнения шпура создается отсечной гидроизоляционный барьер.

Выводы: Скорость пропитки каменной конструкции напрямую зависит от диаметра пакера, однако увеличение диаметра шпура приводит к ослаблению кладки. Инъекционная гидроизоляция гидрофобизатором С-417 не влияет на прочностные характеристики керамического кирпича. После выполнения инъекционной, отсечной гидроизоляции гидрофобизатором С-417 в уровне выполненного шпура, происходит образование горизонтального отсечного контура, что препятствует капиллярному поднятию влаги в вышележащие ряды кладки.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Зарубина Л.* Гидроизоляция конструкций, зданий и сооружений. СПб.: БХВ-Петербург, 2011. 300 с.
2. СП 15.13330.2012 «Каменные и армокаменные конструкции». Актуализированная редакция СНиП II-22-81* (с Изменениями N 1, 2, 3) ОСК 91.080.30.

ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ИНФОРМАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

А.В. Владимирова, Е.С. Егоров

Научный руководитель – **Е.С. Егоров**, ассистент

Ярославский государственный технический университет

В статье дано представление об информационной модели объекта. Указаны основные особенности и преимущества BIM-технологии при планировании, проектировании, строительстве и эксплуатации.

***Ключевые слова:** информационное моделирование зданий, BIM-технология, жизненный цикл.*

APPLICATION OF INFORMATION MODELING TECHNOLOGY FOR BUILDINGS AND STRUCTURES

A.V. Vladimirova, E.S. Egorov

Scientific Supervisor – **E.S. Egorov**, Assistant

Yaroslavl State Technical University

The article gives an idea of the object information model. The main features and advantages of BIM technology during planning, design, construction and operation are indicated.

***Keywords:** Building Information Modeling, BIM technology, life cycle.*

BIM-технологии в зарубежных странах давно стали практикой. Несмотря на это рынок России еще недостаточно освоен. Широкого применения информационного моделирования в нашей стране нет. Но количество локальных объектов, построенных по инновационной технологии, постоянно растет.

Building Information Modeling переводится как «информационное моделирование зданий». Это современный подход к проектированию и иным стадиям создания объектов строительства. Он считается результатом совершенствования систем автоматизированного проектирования (САПР). Программы САПР позволяют создавать геометрические модели изделия, генерировать чертежи и схемы. В свою очередь BIM охватывает

не только разработку проекта в компьютерном приложении. Подход предусматривает сбор и комплексную обработку всей архитектурно-конструкторской, технологической, экономической и иной информации на всех этапах жизненного цикла здания. Формируется трехмерная модель строительного объекта, в которой каждому элементу модели можно задать некоторые свойства. Особенность такого подхода заключается в том, что объект строительства проектируется как единое целое. Преобразование какого-либо параметра влечет за собой автоматическое изменение других связанных с ним параметров и объектов, вплоть до чертежей, визуализации, спецификаций и календарного графика.

В сфере информационного моделирования необходимы инструменты для решения поставленных задач. Такими инструментами является различное программное обеспечение (ПО). Иностранное ПО более функционально и шире распространено среди пользователей по сравнению с отечественными разработками. Поэтому можно предположить, что на российском строительном рынке еще достаточно долго будут присутствовать как смешанные ПО, так и полностью иностранные. Абсолютным лидером в данной сфере является компания Autodesk, которая разработала наиболее распространенные программы: Revit, Advance Steel, BIM360. Программа ArchiCAD, созданная компанией Graphisoft, также предназначена для моделирования зданий. Часть возможностей адаптирована под российского пользователя, например, прокладка инженерных систем, армирование и некоторые другие функции. Также к фирмам, разрабатывающим программы для интеллектуальной технологии относят Bentley Systems, Nemetschek, Tekla Structures [3]. Данные ПО отличаются от инструментов архитектурного проектирования, например, AutoCAD, так как позволяют добавить в модель необходимую информацию – время, стоимость, сведения о производителях и другое [4].

BIM – это работа, в первую очередь, с 3D-визуализацией. Если за каждым элементом объекта закрепить сроки его возведения, можно получить 4D-модель. Она позволит оптимизировать график, в результате увеличится эффективность и снизятся сроки выполнения работ. Если четырехмерную форму совместить с финансовой частью, то получится 5D-модель. За счет «пятого измерения» можно повысить точность сметных расчетов, ускорить расчет сметы и скорректировать календарно-сетевой график [5].

В основе BIM лежит коллективный процесс. Над проектом сообща работают сотрудники разных специализаций, а информационная модель является для них основной площадкой. Действия каждого участника отражаются на модели, а его результат становится доступным для остальных: инженеров, архитекторов, технологов, менеджеров и других участников.

Благодаря данной особенности можно обнаружить ошибку в проекте на подготовительном этапе, а не на строительной площадке (рис. 1).

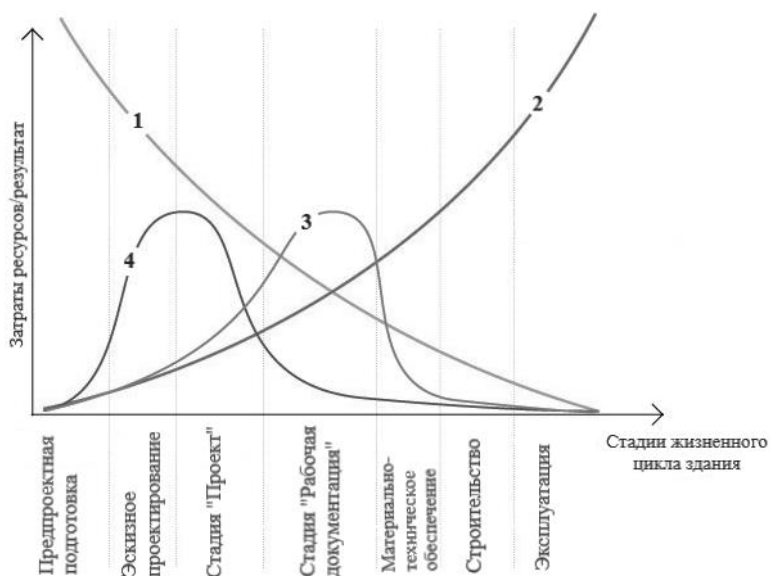


Рис. 1. Зависимость затрат ресурсов от стадии жизненного цикла здания:

- 1 – возможность внесения изменений;
- 2 – затраты на внесение изменений в проект;
- 3 – пик активности при традиционном проектировании;
- 4 – автоматическое обнаружение ошибки на ранних стадиях за счет применения BIM-технологии

При этом технология работает как при возведении построек "с нуля", так и при реновации эксплуатируемого жилья. В наиболее развитых странах на передний план выходит реконструкция и реставрация имеющихся строений. Становятся более явными преимущества BIM перед двумерным проектированием. Во-первых, возможность моделировать преобразования в конструкции здания. Во-вторых, отслеживать состояние возведенного строения и вовремя принимать меры по реставрации. В-третьих, грамотно эксплуатировать существующие строения.

Все большее значение приобретает повышение требований к зданиям по безопасности конструкций и систем из-за участившихся чрезвычайных ситуаций. Проектирование на основе "умного" моделирования зданий только входит в нашу жизнь, пройдет какое-то время, и уже все новостройки будут создаваться по BIM. А вот прежние постройки инфор-

мационных моделей не имеют. Необходимо поставить задачу формирования информационных моделей наиболее важных объектов: общественных зданий, промышленных предприятий с особо опасным производством, энергетических сооружений, крупных торговых и складских комплексов, а также АЭС и объектов гидроэнергетики. Для того чтобы можно было ответить на вопросы: сколько оно продержится в случае катастрофы и каков будет характер и количественное выражение возможных повреждений или разрушений [1].

Таким образом, применяя BIM-технологии, можно значительно уменьшить временные затраты в работе над проектом, эффективнее управлять ресурсами, свести риск ошибок к минимуму, тем самым сохранить первоначальный бюджет, выделенный на строительство, добиться прозрачности процессов и контролировать безопасность объектов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Таланов В.В.* Технология BIM. Суть и особенности внедрения информационного моделирования зданий. М.: ДМК Пресс, 2015. 410 с.
2. *Хан А.А.* Проектирование, проектное управление, управление сооружением и эксплуатацией объектов на основе Building Information Model (BIM) // Architecture and Modern Information Technologies. – 2019. – №3(48). С. 217-224 [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://marhi.ru/AMIT/2019/3kvart19/PDF/16_han.pdf (Дата обращения 14.03.2020).
3. *Таланов В.В.* Основы BIM: введение в информационное моделирование зданий // М.: ДМК Пресс, 2011. 392 с.
4. Программы для BIM проектирования – список зарубежных и российских САПР, использующих разработки BIM-технологии. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.zwsoft.ru/stati/programmy-dlya-bim-proektirovaniya--spisok--zarubezhnyh-i-rossiyskih-sapr-ispolzuuyushchih--razrabotki-bim-tehnologii> (Дата обращения 15.03.2020).
5. *Шабунин А.* 5D в строительстве: насколько рентабельно и в чём проблемы? / А. Шабунин, А. Цыб [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://zen.yandex.ru/media/id/5be2a93fca26f400aa97361c/5d-v-stroitelstve-naskolko-rentabelno-i-v-chem-problemy-5c07ef5141604d00a9111ea3> (Дата обращения 15.03.2020).

РЕКОНСТРУКЦИЯ ЗДАНИЯ ПО УЛИЦЕ КИРОВА 9/7 В Г. ЯРОСЛАВЛЕ

П.Э. Заманков, М.А. Абрамов

Научный руководитель - **М.А. Абрамов**, канд. техн. наук,
доцент

Ярославский государственный технический университет

Разработаны основные технические предложения по замене междуэтажных перекрытий при реконструкции объекта. Предложены варианты монолитного, балочного и бетонного сводчатого перекрытий.

Ключевые слова: реконструкция, замена перекрытия, бетонные своды, металлические балки, монолитное перекрытие.

RECONSTRUCTION OF THE BUILDING ON THE KIROV STREET 9/7 IN YAROSLAVL

P.E. Zamankov, M.A. Abramov

Scientific Supervisor - **M.A. Abramov**, Candidate of Technical
Sciences, Associate Professor

Yaroslavl State Technical University

The basic technical proposals for the replacement of floors between floors during the reconstruction of the facility have been developed. Variants of monolithic, girder and concrete vaulted ceilings are proposed.

Keywords: reconstruction, replacement of overlap, concrete vaults, metal beams, monolithic overlap.

Здание, расположенное по адресу г. Ярославль, ул. Кирова д. 9/7, является памятником истории и архитектуры и находится в исторической части города. Оно входит в перечень объектов, находящихся с 2005 года под охраной ЮНЕСКО. [4]

Конструктивные элементы исторических зданий выполнены из материалов разной степени прочности: каменные стены и фундамент большинства памятников архитектуры рассчитаны на довольно долгий срок

службы (100-150 лет), в то время как деревянные перекрытия без ремонта могут эксплуатироваться не многим более 60 лет.

Целесообразно заменить деревянные перекрытия на железобетонные если они значительно разрушены, а стены дома в удовлетворительном состоянии. Когда стены, перекрытия и фундамент здания очень повреждены, рекомендуется усилить и восстановить перекрытия или частично заменить старые деревянные конструкции на новые.

Для замены перекрытий используют следующие методы: разгрузка конструкций, включение новых конструктивных элементов перекрытия, изменение конструктивной схемы перекрытия.

Целью работы является разработка решений по реконструкции здания с применением эффективной технологии реконструкции объекта, в том числе замены существующих перекрытий с учетом минимизации влияния работ на техническое состояние смежных объектов.

По результатам обследования междуэтажных перекрытий выявлены повреждения, связанные с долгой эксплуатацией без ремонта. Они находятся в ограниченно работоспособном состоянии. Предусматривается замена части существующих междуэтажных перекрытий по деревянным балкам на новые. по металлическим балкам, другая часть - на монолитное железобетонным перекрытием.

Для расстояния между несущими стенами здания 12,0 м, расчетом определена необходимость применения балочной клетки, включающей главную и второстепенные балки. Такая компоновка балочной клетки позволяет уменьшить расход металла раза. Для снижения строительной высоты междуэтажного перекрытия предусмотрено осуществлять сопряжение главной и второстепенных балок в одном уровне.

В ходе расчета и проектирования междуэтажного перекрытия были предложены следующие варианты:

Вариант 1. Монолитное перекрытие по металлическим балкам.

Монолитное перекрытие толщиной 80 мм по стальным балкам сечение

Двутавр № 20Б1 $I_{\phi} = 1943 \text{ см}^4$ $W_{\phi} = 194,3 \text{ см}^3$ $g = 22 \text{ кг/м}$.

Двутавр № 45Б1 $I_{\phi} = 24939,3 \text{ см}^4$ $W_{\phi} = 1287 \text{ см}^3$ $g = 60 \text{ кг/м}$.

Бетон класса В15 ($R_b = 8,5 \text{ МПа}$); арматура класса В500 ($R_s = 500 \text{ МПа}$).

Принимаем 10 Ø 5 мм В500 с $A_s^{\phi} = 196,3 \text{ мм}^2$ (минимальное количество стержней на 1 метр 4 стержня), шаг стержней $S = 1000/10 = 100 \text{ мм}$.

В верхней и нижней части плиты принимаем сетку

$$4Cp \frac{5B500 - 100}{5B500 - 100} 100 * 100 \frac{60}{120}.$$

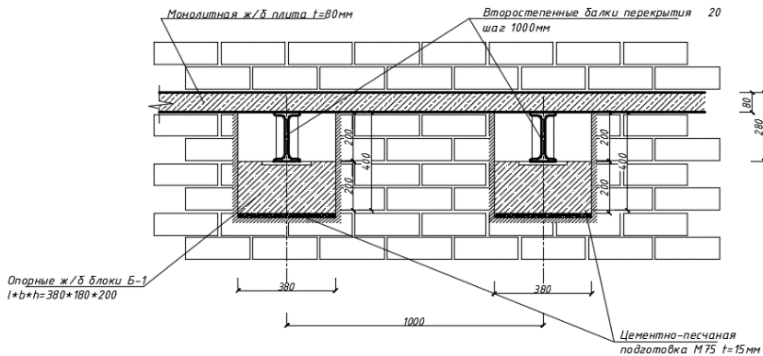


Рис. 1. Схема монолитной плиты по металлическим балкам

Вариант 2. Монолитное перекрытие

Плита армируется сеткой – проволока Вр500. Бетон класса В25. Принимаю ролонную сварную сетку для крайних пролетов:

С-1 марки $\frac{5Вр500-200(100)}{5Вр500-200}$ 970 x 5020 $\frac{35}{10}$: рабочая поперечная арматура 5Ø5Вр500 с шагом $S_1=200$ мм, конструктивная продольная арматура 26Ø5Вр500 с шагом $S_2=200$ мм. Ширина сетки $b_c = 970$ мм, длина сетки $l_c=5020$ мм.

Для сетки С-2 принимаю ролонную сварную сетку для средних пролетов:

С-2 марки $\frac{5Вр500-200(100)}{5Вр500-200}$ 960 x 5020 $\frac{30}{10}$: рабочая поперечная арматура 6Ø5Вр500 с шагом $S_1=200$ мм, конструктивная продольная арматура 26Ø5Вр500 с шагом $S_2=200$ мм. Ширина сетки $b_c = 960$ мм, длина сетки $l_c=5020$ мм.

Принимаю ролонную сварную сетку для крайних пролетов:

С-3, С-4 марки $\frac{5Вр500-200}{5Вр500-200}$ 650 x 5100 $\frac{25}{50}$: рабочая поперечная арматура 4Ø5Вр500 с шагом $S_1=200$ мм, конструктивная продольная арматура 26Ø5Вр500 с шагом $S_2=200$ мм. Ширина сетки $b_c = 650$ мм, длина сетки $l_c=5100$ мм.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. СП 63.13330.2018 Бетонные и железобетонные конструкции. Основные положения. СНиП 52-01-2003
2. *Астафьев А.Ф.* Бетонно-строительный календарь на 1917 г. Ежегодная справочная книга. Петроград, 1917. С. 9-10.
3. СП 430.1325800.2018 Монолитные конструктивные системы. Правила проектирования
4. *Заманков П.Э.* Реконструкция здания по улице Кирова 9/7 в г. Ярославле / П.Э. Заманков, Ю.М. Придатко // 71 всероссийская научно-техническая конференция студентов, магистрантов и аспирантов высших учебных заведений с международным участием. 18 апреля 2018 г., Ярославль.
5. ГОСТ 5781-82. Сталь горячекатаная для армирования железобетонных конструкций.
6. ГОСТ 20372-2015 Балки стропильные и подстропильные железобетонные.

ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИИ 3D ПЕЧАТИ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

Р.Е. Сузиков, С.Ю. Шакирова, А.И. Петров

Научный руководитель – **А.И. Петров**, ассистент

Ярославский государственный технический университет

Проведен литературный обзор технологии строительной 3D печати. Проанализированы существующие методики строительной 3D печати, выявлены их преимущества и недостатки.

Ключевые слова: Аддитивные технологии, 3D печать, строительный 3D принтер, экструдирование.

APPLICATION OF 3D PRINTING TECHNOLOGY IN CONSTRUCTION

R.E. Suzikov, S.Yu. Shakirova, A.I. Petrov

Scientific Supervisor – **A.I. Petrov**, Assistant

Yaroslavl State Technical University

A literary review of construction 3D printing technology has been conducted. The existing methods of construction 3D printing are analyzed, their advantages and disadvantages are revealed.

Ke words: Additive manufacturing, 3D printing, construction 3D printer, extrusion.

Строительная 3D-печать – одно из самых молодых и неоднозначных, но быстроразвивающихся направлений в области аддитивных технологий. Для создания конструктивных элементов зданий и сооружений, малых архитектурных форм используются строительные 3D принтеры. Строительные 3D принтеры представляют из себя инженерные устройства принцип действия которых схож с обычными 3D принтерами – послойное нанесение материала. Но в отличие от обычных 3D принтеров строительные принтеры имеют большую область печати и используют для печати

не полимерные материалы, а цементные смеси. В качестве рабочей поверхности для строительного 3D принтера выступает участок стройплощадки или производственного цеха.



Рис. 1. Строительный 3D принтер

Такие аппараты позволяют в кратчайшие сроки печатать объекты почти любых заданных форм без необходимости внесения изменений в технологическую линию производства бетонных изделий.

При всех своих преимуществах данная технология строительства на данный момент еще обладает рядом недостатков. Одним из них является отсутствие гладкой и ровной лицевой поверхности объекта после печати, что приводит к дополнительным трудо- и капиталозатратам связанным с доведением ее до заданного уровня качества.

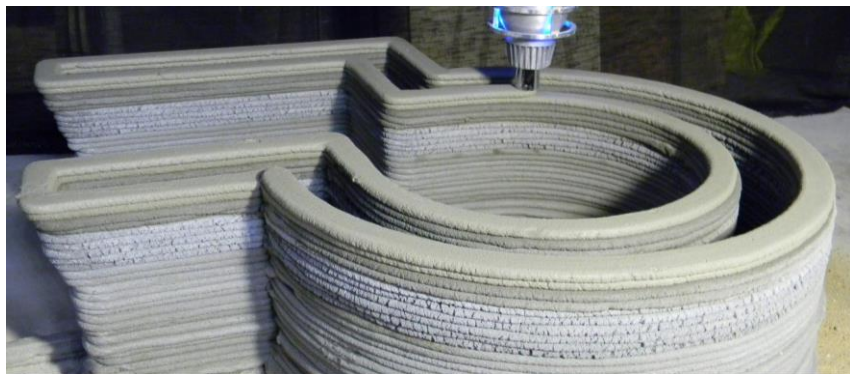


Рис. 2. Качество лицевой поверхности при строительной 3D печати

Многие мировые компании занимаются исследованиями и разработками по устранению этого дефекта печати. Разработанный Бехрохом Хошневисом 3D принтер Contour Crafting (CC), отличительной чертой этого принтера являются боковые похожие на шпателя ребра. В результате такой модификации экструдированная смесь приобретает квадратное поперечное сечение, что снижает уровень наплывов на печатаемых деталях [1].



Рис. 3. Качество поверхности при печати на 3D принтере Contour Crafting

Согласно исследованиям австралийского Суинбернского технологического университета улучшение качества печати достигается за счет изменения направления подачи материала при печати с вертикального на наклонное (под углом 45°) [2].



Рис. 4. 3D печать с экструзией под углом 45°

Строительство с применением 3D принтеров – один из бурно развивающихся и перспективных сегментов. Их внедрение и применение позволит увеличить коммерческую выгоду, основанную на уменьшении количества необходимого персонала и сокращении затрат на материалы, а уменьшение сроков строительства – позволит в кратчайшие сроки возводить жилые объекты для малоимущих и пострадавших при чрезвычайных ситуациях. На данный момент все существующее оборудование обладает рядом недостатков и требует доработки с целью повышения качества производства работ. На данный момент проводится множество исследований и разработок в области строительной 3D печати, но окончательного решения вопроса устранения дефектов при печати пока не найдено.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. 3D-печать бетона: дом площадью 2500 квадратных футов за 20 часов и взгляд на луну [Электронный ресурс] // МСР & НОВОСТИ ОТРАСЛИ. Режим доступа - <https://midconpro.com/3d-printing-concrete-a-2500-square-foot-house-in-20-hours-and-an-eye-on-a-moon-shot/> (дата обращения: 08.03.2020)
2. Shin Hau Bong, Fresh and Hardened Properties of 3D Printable Geopolymer Cured in Ambient Temperature // First RILEM International Conference on Concrete and Digital Fabrication – Digital Concrete. 2018. С. 3-11.

УДК 699.826

ОЦЕНКА ЭКОНОМИЧЕСКОЙ И ТЕХНИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ТЕХНОЛОГИИ «БЕЛАЯ ВАННА»

А.О. Мурашов, М.А. Абрамов

Научный руководитель – **М.А. Абрамов**, канд. техн. наук, доцент

Ярославский государственный технический университет

Рассмотрен вариант оптимального состава бетона и экономическая эффективность технологии «белая ванна». Проанализированы требования нормативной документации к трещиностойкости подземных конструкций зданий и сооружений.

Ключевые слова: бетон повышенной водонепроницаемости, подземные воды, трещиностойкость конструкции, экономическая эффективность.

EVALUATION OF ECONOMIC AND TECHNICAL EFFICIENCY OF THE «WHITE BATH» TECHNOLOGY

A.O. Murashov, M.A. Abramov

Scientific Supervisor – **M.A. Abramov**, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor

Yaroslavl State Technical University

A variant of the optimal composition of concrete and the economic efficiency of the “white bath” technology are considered. The requirements of normative documentation for crack resistance of underground structures of buildings and structures are analyzed.

Keywords: concrete of increased water tightness, groundwater, structural crack resistance, economic efficiency.

Современные города отличаются плотной застройкой. Отсутствие крупных территорий под новое строительство, особенно в центральных частях мегаполисов, приводит к освоению подземного пространства. В процессе эксплуатации заглубленные части зданий и сооружений подвер-

жены агрессивному воздействию окружающей среды. В целях обеспечения долговечности зданий и сооружений предусматриваются мероприятия по защите заглубленных конструкций от подземных вод.

Согласно [1] существует три типа защиты зданий и сооружений от подземных вод. Защита «тип А» заключается в устройстве монолитных и сборномонолитных конструкций без вторичной гидроизоляции. «Тип Б» - вторичная защита, которая предусматривает устройство гидроизоляционных и антикоррозионных покрытий. Защита «тип С» представляет собой дренажную систему.

Одним из примеров реализации защиты зданий и сооружений от подземных вод «тип А» является технология «белая ванна», которая заключается в создании сплошного железобетонного контура подземной конструкции без вторичной гидроизоляции. Обеспечение долговечности конструкции осуществляется за счет применения бетонов высоких марок по водонепроницаемости, которые назначаются не менее W8 [1].

Добавление в бетон таких компонентов как метакаолин (МТК), микрокремнезем (МКУ), аэросил и зола-уноса способствует существенному повышению водонепроницаемости бетона [2]. Основные компоненты бетонной смеси представлены в табл. 1.

Таблица 1. Расход добавок [2]

№ состава	Расход добавок (процент от массы цемента)					Марка W
	МКУ	Аэросил	Зола-уноса	МТК	С-3	
1	8,0	-	-	2,5	1,0	16
2	-	1,5	-	2,5	1,0	18
5	6,0	-	6,0	2,5	1,0	20
6	-	-	-	2,5	1,0	4

Примечание: номера составов соответствуют [2].

ГОСТ 12730.5-2018 «Бетоны. Методы определения водонепроницаемости» предусматривает возможность создания бетонов максимальной марки по водонепроницаемости W20. Применение бетонов таких марок позволяет существенно снизить агрессивное воздействие окружающей среды на бетон и стальную арматуру.

Авторами [3] был проведен анализ экономической эффективности технологии «белая ванна» применительно к устройству фундаментной плиты. По результатам расчетов, стоимость конструкции из бетона повышенной водонепроницаемости увеличилась на 250 руб./м³ бетона (0,8%) по сравнению с традиционным вариантом гидрозащиты в виде ЭПМД мембраны. Такое удорожание связано с применением модифицирующих добавок и устройством дополнительного армирования. Однако стоимость

одного цикла ремонта гидроизоляции железобетонной конструкции инъектированием составляет 50-150 руб./м³ бетона [3], в то время как сметная стоимость технологии «белая ванна» остается неизменной на протяжении всего периода эксплуатации здания.

На рис. 1 представлено изменение сметной стоимости технологии «белая ванна» и оклеечной гидроизоляции в период эксплуатации. Точка их пересечения определяет период окупаемости конструкции из бетона повышенной водонепроницаемости.

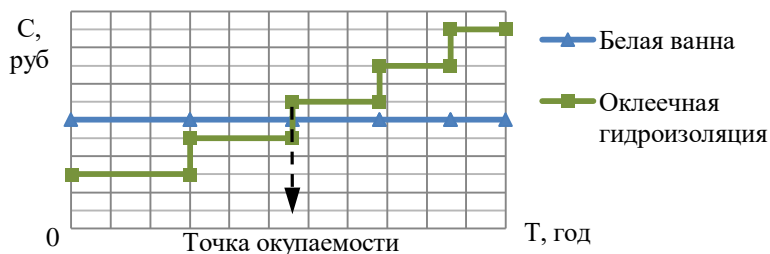


Рис. 1. Изменение сметной стоимости технологии «белая ванна» и оклеечной гидроизоляции в период эксплуатации:

С – сметная стоимость, руб.; Т – продолжительность эксплуатации

Таким образом, экономический эффект технологии «белая ванна» достигается в период эксплуатации объекта.

В соответствии с [1, 4] к подземным конструкциям зданий и сооружений предъявляются особые требования по трещиностойкости.

Для подземных частей жилых и административных зданий, торговых помещений появление сквозных трещин на стадии возведения и от действия нормативной нагрузки не допускается [1]. В конструкциях подземных паркингов, складов с низкими требованиями допустимая ширина раскрытия таких трещин находится в пределах 0,10...0,20 мм [1].

В [4] представлены требования по допустимой ширине раскрытия несквозных трещин из условия долговечности. Для конструкций, изготавливаемых по технологии «белая ванна» допустимая ширина непродолжительного и продолжительного раскрытия трещин составляет 0,20 мм и 0,15 мм соответственно.

В целях обеспечения рассмотренной ранее трещиностойкости конструкций необходимо выполнение ряда конструктивных и технологических мероприятий. Кроме того, требуется оптимизации работ по возведению подземных элементов зданий и сооружений.

В качестве конструктивных мероприятий для ограничения ширины раскрытия трещин требуется установка дополнительного армирования в

зоне действия положительных моментов. Увеличение расхода арматуры может достигать 15-20% [3].

В [5] рассмотрены мероприятия по повышению трещиностойкости монолитных железобетонных конструкций на стадии возведения.

Технологические мероприятия заключаются в ограничении температурных деформаций бетона. Реакции гидратации цемента являются экзотермическими, что приводит к росту температурных напряжений в теле бетона. Если эти напряжения становятся достаточно высокими, они могут вызвать растрескивание бетона. Технологические мероприятия, ограничивающие температурные деформации бетона [5]:

- класс прочности бетона не более C25/30 (B30);
- снижение расхода цемента ($\rho \leq 320 \text{ кг/м}^3$);
- ограничение температуры свежего бетона ($\approx 15^\circ \text{C}$);
- снижение водоцементного отношения ($\text{В/Ц} \leq 0,55$).

В качестве оптимизации технологии выполнения работ по устройству массивных конструкций возможно бетонирование в шахматном порядке. Такая технология позволяет существенно снизить возникающие в теле конструкции напряжения [5].

Таким образом, технология «белая ванна» является перспективным способом устройства заглубленных элементов зданий и сооружений. Использование модифицированных бетонов позволяет возводить подземные ограждающие конструкции высоких марок по водонепроницаемости, затраты на которые окупаются на стадии эксплуатации объекта.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. СП 250.1325800.2016 Здания и сооружения. Защита от подземных вод. М.: Минстрой России, 2016.
2. Бутакова М.Д. Влияние кремний содержащих добавок на свойство водонепроницаемости бетонных образцов / М.Д. Бутакова, А.В. Михайлов, С.С. Сарибекян // Вестник ЮУрГУ. Серия «Строительство и архитектура». 2017. Т. 17, № 2. С. 34–41. DOI: 10.14529/build170205
3. Кардунян Г.С. Система защиты железобетонных конструкций от подземных вод «белая ванна» / Г.С. Кардунян, С.И. Иванов // Строительные материалы. 2018. № 11. С21-26. DOI: <https://doi.org/10.31659/0585-430X-2018-765-11-21-26>
4. СП 28.13330.2017 Защита строительных конструкций от коррозии. Актуализированная редакция СНиП 2.03.11-85 (с Изменением N 1) / Минстрой России. М.: Стандартинформ, 2018.
5. Bilcik Juraj. Design and Execution of Watertight Concrete Constructions / Juraj Bilcik, Igor Hudoba, Ivan Holly // Key engineering materials. 2016. Vol. 691. P. 209-219. URL: <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/KEM.691.209>

ФОТОКАТАЛИТИЧЕСКИЙ БЕТОН

Ю.И. Савчук, М.А. Абрамов

Научный руководитель - **М.А. Абрамов** канд. техн. наук,
доцент

Ярославский государственный технический университет

Рассматривается фотокаталитический бетон, как материал имеющий потенциал в экологическом строительстве зданий и сооружений. Показано, что наиболее подходящим фотокатализатором для изготовления фотокаталитического бетона является оксид титана. Описан механизм фотокаталитической реакции с применением полупроводникового катализатора. Лабораторно исследованы гидрофобность и водопоглощение фотокаталитического бетона.

Ключевые слова: бетон, фотокаталитический бетон TiO_2 , очистка воздуха, самоочистка, самостоятельная дезинфекция.

PHOTOCATALYTIC CONCRETE

Yu.I. Savchuk, M.A. Abramov

Scientific Supervisor – **M.A. Abramov**, Candidate of Technical
Sciences, Associate Professor

Yaroslavl State Technical University

Photocatalytic concrete is considered as a material with potential in the ecological construction of buildings and structures. The most suitable photocatalyst for manufacturing photocatalytic concrete, which is titanium oxide, has been identified. The mechanism of photocatalytic reaction using a semiconductor catalyst is described. The hydrophobicity and water absorption of photocatalytic concrete were studied in a laboratory.

Keywords: concrete, photocatalytic concrete TiO_2 , air purification, self-cleaning, self-disinfecting.

В наше время бетон становится одним из наиболее широко используемых материалов, которые тесно связаны с нашей жизнью. Таким образом, большое значение имеет разработка и популяризация экологически чистого бетона.

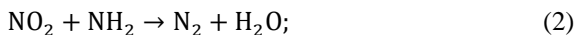
Фотокаталитический бетон изготавливается путем добавления фотокатализатора в бетон следующими методами:

- непосредственно во время процесса смешивания;
- использование каталитического носителя в бетоне;
- распыление раствора / краски фотокатализатора на бетонную поверхность.

Фотокатализатором является вещество, поглощающее кванты света и многократно вступая с участниками химической реакции в промежуточные взаимодействия, восстанавливая свой химический состав после каждого цикла таких взаимодействий.

Существует несколько распространенных фотокатализаторов, которые представляют собой полупроводниковые соединения, такие как TiO_2 , ZnO , CdS , WO_3 , Fe_2O_3 , SnO_2 , PbS и ZnS . Среди этих фотокатализаторов фотокаталитическая активность WO_3 , Fe_2O_3 , SnO_2 , PbS и ZnS ниже, чем у TiO_2 , ZnO и CdS . Тем не менее ZnO и CdS неустойчивы при освещении и дают токсичные элементы Zn^{2+} и Cd^{2+} соответственно из-за анодного окисления. По сравнению с другими фотокатализаторами TiO_2 имеет следующие преимущества: относительно недорогой, безопасный и химически стабильный; высокая фотокаталитическая активность, эффективная при слабых солнечных лучах; совместим с бетоном. Поэтому TiO_2 является наиболее используемым фотокатализатором.

Фотокаталитический бетон способен очищать воздух атмосферы благодаря протеканию на его поверхности фотокаталитической реакции. Рассмотрим механизм протекания реакции фотокаталитического окисления оксида азота NO , происходящего в соответствии с уравнениями



Принципиальная схема изображена на рис. 1 [2].

Результаты исследований [2] показали, что оптимальная рецептура смеси, включающая цемент, песок, переработанное стекло и 10% TiO_2 , позволяет достичь скорости удаления NO 4,01 мг/ч.

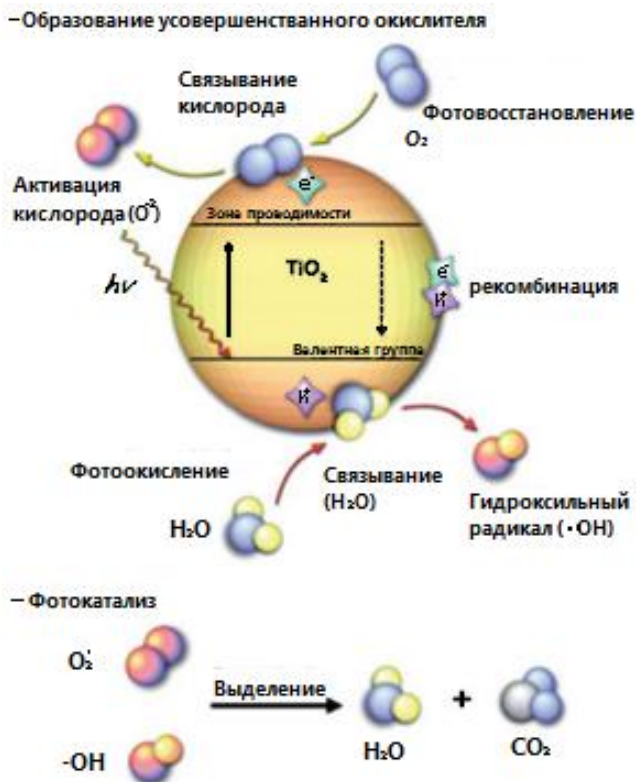


Рис. 1. Принципиальная схема реакции фотокаталитического окисления

Исследуя изменения свойств поверхности фотокаталитического бетона рецептуры [1], было выявлено что поверхность материала обладает гидрофильными свойствами, т.к. краевой угол смачивания, представленный на рисунке 2, на обоих образцах не превышает 90° , но превышает краевой угол смачивания бетона аналогичного состава, но без TiO_2 и добавок. Таким образом, показано, что меняются свойства поверхности образца фотокаталитического бетона.

Бетон с TiO_2 , воздухововлекающей
и пластифицирующей добавками

Образец №1

Образец №2

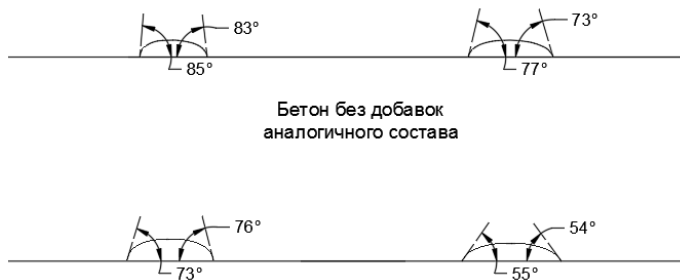


Рис. 2. Краевой угол смачивания фотокаталитического бетона и простого бетона

В лабораторных условиях также была определено водопоглощение фотокаталитического бетона по массе и объёму, $W_m=2.6\%$ $W_v=6.05\%$.

Установленные эффекты позволяют сделать вывод о перспективности выбранного направления исследования.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Фрайт М.А.* Разработка фотокаталитического бетона для очистки атмосферного воздуха и обоснование экологической безопасности строительных конструкций на его основе [Электронный ресурс]. М., 2016. Режим доступа: <https://dlib.rsl.ru/viewer/01006649776#?page=1>
2. Springer Nature Singapore Pte Ltd. 2017 / В. Han et al. // Smart and Multifunctional Concrete Toward Sustainable Infrastructures. DOI 10.1007/978-981-10-4349-9_17
3. ГОСТ Р 57255-2016 Бетоны фотокаталитически активные самоочищающиеся. Технические условия.

ПРИМЕНЕНИЕ 3D ТЕХНОЛОГИЙ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

Д.В. Стоянов, Е.С. Егоров

Научный руководитель – **Е.С. Егоров**, ассистент

Ярославский государственный технический университет

В статье рассмотрены некоторые способы применения современных технологий в области 3D моделирования, сканирования и печати. Использование таких технологий позволяет ускорить и повысить качество строительства.

***Ключевые слова:** Информационная модель здания, 3D печать, лазерное сканирование, современные технологии.*

APPLICATION OF 3D TECHNOLOGYS FOR CIVIL BUILDING ENGINEERING

D.V. Stoyanov, E.S. Egorov

Scientific Supervisor – **E.S. Egorov**, Assistant

Yaroslavl State Technical University

The article discusses some ways of applying modern technologies in the field of 3D modeling, scanning and printing. The use of such technologies allows accelerating and improving the quality of construction.

***Keywords:** Building information model, 3D printing, laser scanning, modern technologies.*

Развитие современных информационных и строительных технологий на текущий момент позволяет производить большой объём операций по моделированию объектов в виртуальной среде, переносить реальные объекты в виртуальность и в то же время возможен перенос из этого цифрового мира в реальный. Примером таких технологий является создание информационной модели зданий (BIM), лазерное сканирование и 3D печать.

BIM – это процесс, который обеспечивает возможности управления документами, координации и моделирования на протяжении всего жизненного цикла проекта

Расширение применения и возможностей использования BIM технологии согласно проекту постановления правительства будут являться одними из основополагающих элементов развития строительной отрасли в России [1].

BIM на текущее время позволяет [2]:

- Осуществлять концептуальное проектирование, анализ, детализацию и выпуск документации. На этапе подготовки к строительству данные BIM используются для информационного наполнения планирования и логистики.

- Оптимизировать сроки и повышать эффективность путем предоставления данных строительных работ поставщикам и подрядчикам.

- Использовать данные в эксплуатации и обслуживании готовых объектов. Также их можно использовать в будущем для эффективной реконструкции или демонтажа.

- Принимать более обоснованные решения, оптимизировать эксплуатационные характеристики зданий и повысить эффективность совместной работы.

- Повысить прогнозируемость, производительность и доходность благодаря интеллектуальным и взаимосвязанным рабочим процессам.

- Использовать цифровые технологии на строительной площадке и отправлять все данные по проекту (начиная с этапа проектирования и заканчивая строительством и сдачей) в централизованное хранилище.

- Повысить качество проектирования механических, электрических и сантехнических систем.

Лазерное сканирование получило широкое применение в геодезии. С помощью современных программных комплексов и оборудования возможно осуществить сверхточную и немало важно оперативную съёмку фасадов [3]. Сканирование фасадов позволяет оценить качество и правильность выполненных монтажных мероприятий. Кроме того, лазерное сканирование объектов эффективно при выполнении работ по их реконструкции — оно обеспечивает воссоздание былого вида уникального здания или сооружения с высочайшей точностью (рис. 1).

Помимо сканирования фасадов эта технология используется при обследовании сооружений и зданий. Метод составления дефектных ведомостей с помощью лазерного сканирования отличается высочайшей точностью. Как отчетную документацию, заказчик получает файлы 3D моделей и их бумажные распечатки (аксонометрические или перспективные проекции общих видов и разрезов).

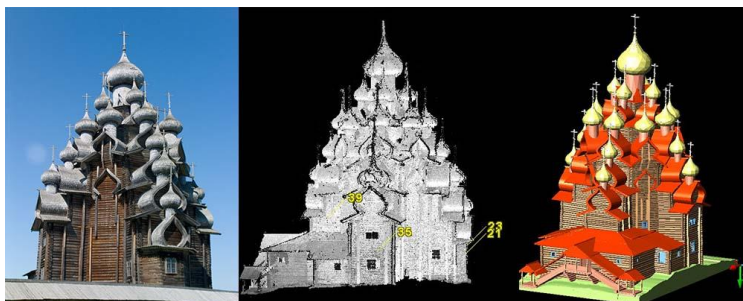


Рис. 1. Применение лазерного сканирования при создании модели

Одной из передовых технологий возведения зданий и буквально переноса модели в реальность является 3D печать (рис. 2).

Требования современного строительства - это прочный фундамент и перекрытия, низкая себестоимость. Эти условия обеспечивают разработку новых технологий, которые постоянно совершенствуются. В будущем строительство домов станет недорогим, благодаря применению новых технологий. В настоящее время проблемой внедрения технологии 3D печати является подбор составов смесей с использованием местных вяжущих и подготовка кадров для работы.



Рис. 2. 3D-печать архитектурного элемента

Есть три принципа работы 3D принтера:

Экструдирование послойным методом – через сопло машины давится вязкая смесь.

Селективное спекание – автомат плавит рабочую смесь с помощью лазера.

Напыление – в сопле происходит смешивание песка и клейкого состава, и полученная смесь напыляется на поверхность.

Для выполнения задач на строительной площадке могут использоваться две модели принтера: в виде мостового крана или в форме стрелы с манипулятором. Какую из них удобнее использовать решает инженер на площадке. Все зависит от сложности проекта.

Преимущества 3D печати в сокращении сроков постройки и затрат, экономии средств, уменьшении количества отходов, использовании большего количества материалов, в том числе вторсырья, возможности воплощения любых идей архитекторов и дизайнеров.

Из недостатков можно выделить дороговизну оборудования, а следовательно, недоступность 3D печать для малого и среднего бизнеса. Ограничение по высоте зданий (до 6 этажей). Пока что не разработана четкая методика армирования зданий. Ограничение использованием быстрохватывающихся вяжущих. Невозможность удалять воздух методом виброобработки. Работать 3D принтером можно только при положительной температуре в сухую погоду.

В России эта отрасль еще малоразвита. здесь 3D-принтер пока используется для воспроизводства малых архитектурных объектов, таких как лавки, беседки или создание блочных конструкций. Например, производитель 3D-принтеров – группа компаний «АМТ-СПЕЦАВИА» – в деревне Ярославской области по заказу жителей при помощи строительного 3D-принтера создала купол для церкви [4].

Таким образом, были рассмотрены основные возможности и примеры использования современных 3D технологий. Такие технологии позволяют повысить уровень проектирования, увеличить скорость возведения здания и помогают при реставрации и сохранении архитектурного наследия

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Проект стратегии развития строительной отрасли Российской Федерации до 2030 года [Электронный ресурс] / Минстрой России. Режим доступа: https://www.minstroyrf.ru/upload/iblock/bc0/Raporyazhenie-STRATEGIYA-_2030.pdf (дата обращения 14.03.2020)
2. Какие преимущества дает информационное моделирование зданий? [Электронный ресурс]: Autodesk. Режим доступа: <https://www.autodesk.ru/solutions/bim/benefits-of-bim> (дата обращения 14.03.2020)
3. 3D сканирование в архитектуре и строительстве [Электронный ресурс]: Фокус-Гео. – режим доступа: https://www.fgeo.ru/service/laser_scanning/architecture/ (дата обращения 14.03.2020)
4. Строительство часовни с применением 3d технологий [электронный ресурс]: АМТ-СПЕЦАВИА. Режим доступа: <https://specavia.pro/articls/stroitelstvo-chasovni-s-primeneniem-3d-tehnologij/> (Дата обращения: 14.03.2020).

ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ ГРУНТОВ ОСНОВАНИЯ ФУНДАМЕНТОВ ЭКСПЛУАТИРУЕМОГО ЗДАНИЯ

М.Б. Балакирева, М.А. Абрамов

Научный руководитель – **М.А. Абрамов**, канд. техн. наук, доцент

Ярославский государственный технический университет

Рассматривается классификация грунтов по результатам испытаний. Исследовался грунт, отобранный из-под подошвы фундамента здания, находящегося в ограниченно-работоспособном состоянии

Ключевые слова: *пльвун, свойства грунтов, песок пылеватый.*

RESEARCH OF PROPERTIES OF SOILS OF THE BASIS OF FOUNDATIONS OF THE OPERATED BUILDING

M.B. Balakireva, M.A. Abramov

Scientific Supervisor – **M.A. Abramov**, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor

Yaroslavl State Technical University

The classification of soils according to test results is considered. The soil was examined, taken from under the sole of the foundation of the building, which is in a limited working condition.

Keywords: *quicksand, soil properties, dusty sand.*

Закрепление грунтов – это искусственное преобразование строительных свойств грунтов, используемых в строительстве, различными физико-химическими способами в условиях их естественного залегания [1].

Искусственное преобразование грунтов предполагает увеличение их прочности, устойчивости, уменьшение водопроницаемости, сжимаемости, а также ослабление чувствительности природной прочности грунтов к изменению внешней среды, особенно влажности [1].

Рациональное применение физико-химических способов закрепления грунтов на современном уровне их развития решает следующие вопросы строительной практики:

- усиление фундаментов под существующими сооружениями;
- строительство промышленных и гражданских сооружений на просадочных грунтах;
- вскрытие насухо котлованов в водонасыщенных грунтах;
- проходка подземных выработок;
- создание противофильтрационных завес в аллювиальных грунтах в связи со строительством на них высотных земляных и каменнонабросных плотин;
- защита бетонных сооружений (фундаментов) от вредного влияния агрессивных грунтовых вод нагнетанием (инъекции) в грунты затвердевающих химических реагентов, а также введением специальных противокоррозионных добавок в грунты обратной засыпки;
- увеличение несущей способности свай и опор большого диаметра последующим укреплением грунта ниже их конца [1].

Исследовался грунт, отобранный из-под подошвы фундамента здания, находящегося в ограниченно-работоспособном состоянии. Причиной данного состояния и аварийности локальных участков стало смещение колонны, по-видимому, связанное с расположенными в основании плывунными песками. Это привело к перегрузке отдельных конструкций и отсутствию передачи нагрузки на основание, образованию трещин в кирпичной стене в результате местного смятия под стальной балкой. Схема работы стальной балки изменилась с неразрезной на шарнирную двухопорную.

Испытания грунта проводились в соответствии с ГОСТ 5180-2015, ГОСТ 12536-2014 и ГОСТ 22733-2016.

По гранулометрическому составу пески подразделяют на разновидности в соответствии с [2]. Пески с размером частиц $d > 0,10$ мм с содержанием частиц по массе $4,47 < 75$ % подразделяются на пылеватые.

По коэффициенту водонасыщения S_r пески подразделяются на разновидности в соответствии с таблицей [2]. Пески с коэффициентом водонасыщения $S_r = 0,68$ д. е. подразделяются на средней степени водонасыщения (влажные) с $0,5 < S_r \leq 0,8$ д. е.

По коэффициенту пористости e пески подразделяют на разновидности в соответствии с таблицей [2]. Пески пылеватые с коэффициентом пористости $e = 0,52$ д. е. подразделяются на плотные с $e \leq 0,60$ д. е.

Таблица 1. Ведомость результатов анализа физических свойств грунтов

Лаб. № пробы	Содержание частиц, %								Плотность частиц грунта, г/см ³	Влажность природная, %	Плотность грунта прир. сложения, г/см ³	Плотность сухого грунта, г/см ³	Коеф. пористости	Коеф. водонасыщения
	свыше 10 мм	10-5 мм	5-2 мм	2-1 мм	1-0,5 мм	0,5-0,25 мм	0,25-0,10 мм	меньше 0,10 мм						
	A ₁₀	A ₅	A ₂	A ₁	A _{0,5}	A _{0,25}	A _{0,1}	A _{0,05}	ρ _s	ω	ρ	ρ _d	e	S _r
1	—	—	0,38	0,48	2,05	8,31	4,47	84,31	2,64	13,58	1,97	1,73	0,526	0,68

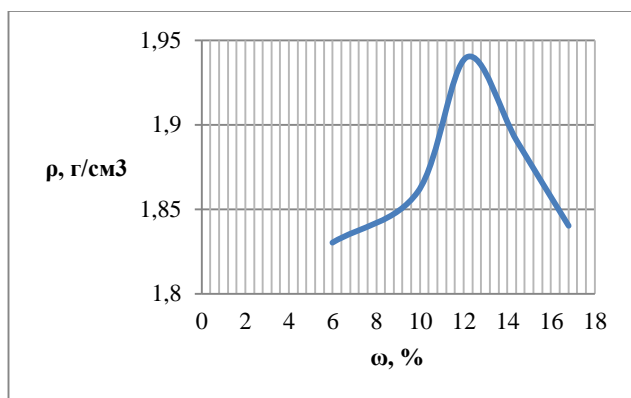


Рис. 1. Результаты испытания грунта методом стандартного уплотнения

Для грунта также были определены оптимальная влажность и максимальная плотность по ГОСТ 22733-2016 в соответствии с рис. 1.

Наименование грунта по ГОСТ 25100-2011 песок пылеватый средней степени водонасыщения (влажный) плотный.

Установленный тип грунта позволяет, руководствуясь [3], подобрать исходные реагенты и параметры инъецирования для химического закрепления грунта.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Справочник по общестроительным работам. Основания и фундаменты / М.И. Смородинов, Б.С. Федоров, Б.А. Ржаницын и др. М.: Стройиздат, 1974. 372 с.
2. ГОСТ 25100-2011. Грунты. Классификация (с поправками). М.: Стандартинформ, 2018. IV. 37 с.
3. Пособие по химическому закреплению грунтов инъекцией в промышленном и гражданском строительстве (к СНиП 3.02.01-83) / НИИОСП им. Н.М. Герсеванова Госстроя СССР. М.: МОСКВА СТРОЙИЗДАТ, 1986. 128 с.

ПРИМЕНЕНИЕ BIM-ТЕХНОЛОГИЙ НА СОВРЕМЕННОМ СТРОИТЕЛЬНОМ РЫНКЕ

А.А. Шумилин¹, В.М. Котов², М.А. Абрамов¹

Научный руководитель – М.А. Абрамов, канд. техн. наук, доцент

¹Ярославский государственный технический университет

²Московский государственный строительный университет

Использование BIM-модели дает возможность ускорить процесс разработки и проектирования здания или сооружения, оптимизировать сроки выполнения работ и поставки материалов на строительную площадку, а также выполнять все виды контроля непосредственно на строительной площадке [1].

Ключевые слова: BIM технологии, 3D модель, информационная модель здания, техническое обследование зданий и сооружений, проектирование, реконструкция, revit.

APPLICATION OF BIM-TECHNOLOGIES IN THE MODERN CONSTRUCTION MARKET

A.A. Shumilin¹, V.M. Kotov², M.A. Abramov¹

Scientific Supervisor – M.A. Abramov, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor

¹Yaroslavl State Technical University

²Moscow State University of Civil Engineering

Using the BIM-model allows you to speed up the process of development and design of a building or structure, optimize the timing of work and the supply of materials to the construction site, as well as perform all types of control directly on the construction site. [1].

Keywords: BIM technologies, 3D model, building information model, technical inspection of buildings and structures, design, reconstruction, revit.

Использование технологии BIM при проектировании новых зданий становится неизбежным стандартом, позволяющим в будущем более эффективно обслуживать здание во время его эксплуатации. Это позволяет

рационально координировать ремонтные работы, выполнять работы по перепланировке помещений, в том числе введение новых реконструированных элементов. BIM модель позволяет выбирать безопасные, наиболее технологичные и экономически выгодные решения и возможности внедрения новых технологий для существующих объектов, построенных по традиционным решениям [3].

27 июня 2019 года стало известно о старте важнейшего этапа использования BIM в России. Минстрой разработал и опубликовал поправки в Градостроительный кодекс о технологиях информационного моделирования. В документ вводится понятие «информационная модель объекта капитального строительства» (введен Федеральным законом от 27.06.2019 N 151-ФЗ).

Информационная модель объекта капитального строительства (далее - информационная модель) - совокупность взаимосвязанных сведений, документов и материалов об объекте капитального строительства, формируемых в электронном виде на этапах выполнения инженерных изысканий, осуществления архитектурно-строительного проектирования, строительства, реконструкции, капитального ремонта, эксплуатации и (или) сноса объекта капитального строительства.

Использование современных технологий информационного моделирования позволяет инженерам создавать наглядную 3D-модель объекта (представленная на рис. 1). Эта модель будет содержать в себе информацию о фактическом состоянии конструкций, так, на рис. 2 приведена информация о ригеле перекрытия здания. В процессе эксплуатации здания, данную модель можно будет использовать для проведения дальнейших обследований и обслуживания объекта. Тем самым сохраняется принцип информационного моделирования о применении технологии на протяжении всех стадиях жизненного цикла объекта.

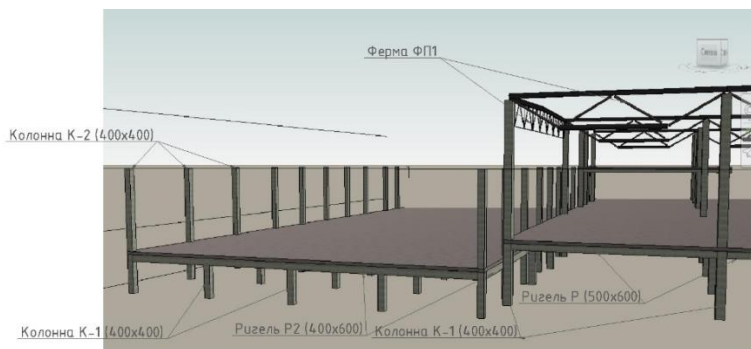


Рис. 1. Фрагмент информационной модели здания

Информационную модель также можно использовать для создания традиционных 2D чертежей, подсчета объемов работ и материалов, автоматического создания спецификаций, если это необходимо, что значительно сократит время по сравнению с традиционными технологиями CAD-проектирования.

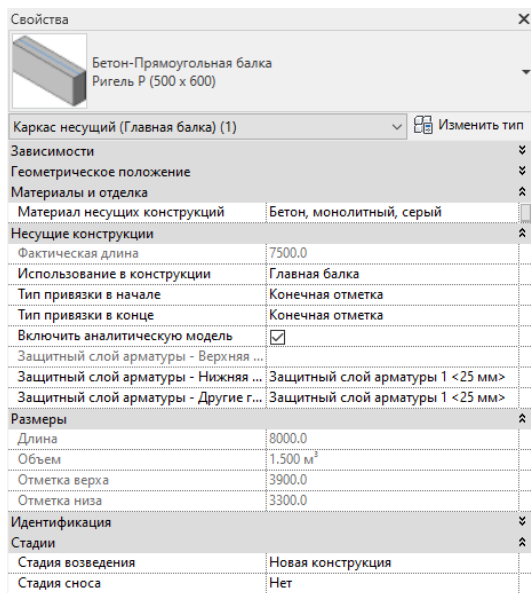


Рис. 2. Свойства ригеля перекрытия здания

3D-модель дает возможность создавать большое количество вариантов проекта за небольшие сроки, что экономит не только временные, но и финансовые ресурсы. Расчеты, производимые автоматически, помогают снизить вероятность воздействия человеческого фактора (коллизий в проекте) и избежать ошибок в расчетах.

Впрочем, на практике переход к использованию кардинально новых технологий происходит медленно и осложняется рядом факторов, таких как цена программного обеспечения, необходимость переподготовки персонала, создания новых рабочих мест, нормативного обоснования и стандартизации [2].

Таким образом, процесс внедрения информационного моделирования является трудоемким и дорогостоящим. На данный момент существует несколько популярных программ для разработки BIM модели, пробуем провести их сравнительный анализ.

1. Система автоматизированного проектирования от компании **Autodesk**, имеет значительное количество почитателей за обширные возможности в сфере строительства, моделирования двумерных и трехмерных конструкций. Продукт **Revit**, при помощи которого разрабатывается дипломная работа, позволяет задавать тип и вид работ, что в свою очередь способствует сравнению эффективности решений по усилению конструкций.

2. Продукт **Allplan** первоначально разрабатывался для проектирования несущих конструкций, но постепенно был расширен и на всю линейку проектирования. Если инженеры-конструкторы оценивают это решение на уровне **Tekla**, то в архитектуре и инженерных системах **Allplan** мало известен, в том числе, и в силу необходимости полного перехода на этот продукт для достижения наибольшей эффективности.

3. Среди российских программ авторы приводят выпущенное в конце 2014 года компанией **АСКОН** импортозамещающее решение **Renga**. В процессе знакомства с данным продуктом, выяснилось, что он значительно проще своих конкурентов, с точки зрения самостоятельного изучения, и наиболее оптимизирован под российские стандарты в плане оформления проектной документации. Несмотря на все признаки полноценного BIM-подхода, программа рассматривается авторами анализа скорее в перспективе с надеждой на успешное развитие.

Подводя итог, можно отметить, что использование BIM-технологий при обследовании и проектировании зданий и сооружений безусловно имеет право на существование, но данная концепция нуждается в дальнейшем развитии, как и BIM-технологии в целом на сегодняшний день в России. Стоимость выполненных работ по созданию информационной модели на первом этапе, будет компенсирован в более поздний период эксплуатации объекта, для оптимизации обслуживающих и ремонтных работ.

Использование информационной модели, позволяет разработать несколько решений реконструкции и оценить их эффективность, дизайн и стоимость. Это, несомненно, один из самых важных запросов заказчика.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Волк Р. Информационное моделирование зданий (BIM) для существующих зданий / Р. Волк, Дж. Стенгель, Ф. Шультман // *Autom.in Constr.* 2014. Т. 38. С. 109-127.
2. Уровень применения BIM в России. Отчет об исследовании. 2019 [Электронный ресурс]. Режим допуска: <http://concurator.ru/upload/otchet3.pdf>
3. BIM-моделирование в задачах строительства и архитектуры // материалы II Междунар. науч.-практич. конф. 15–17 мая 2019 г.; СПбГАСУ. СПб., 2019. 274 с.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ ИНФОРМАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ В РОССИИ

В.М. Котов¹, А.А. Шумилин², С.А. Синенко¹

Научный руководитель – **С.А. Синенко**, д-р техн. наук,
профессор

¹Московский государственный строительный университет

²Ярославский государственный технический университет

В статье затронуты вопросы перспектив развития технологий информационного моделирования в России, а также рассмотрены некоторые инструменты, используемые на разных стадиях строительства объекта и с помощью которого оптимизируется процесс проектирования, календарного планирования строительства, а также реконструкции.

Ключевые слова: BIM-моделирование, цифровизация в строительстве, календарное планирование, реконструкция.

THE USE OF BUILDING INFORMATION MODELING IN RUSSIA

V.M. Kotov¹, A.A. Shumilin², S.A. Sinenko¹

Scientific Supervisor - **S.A. Sinenko**, Doctor of Technical Sciences,
Professor

¹Moscow State University of Civil Engineering

²Yaroslavl State Technical University

The article discusses the prospects of information modeling technologies in Russia, as well as some of the tools used at different stages of construction of the object and with the help of which the process of design, construction scheduling, and reconstruction is optimized.

Keywords: BIM modeling, digitalization in construction, calendar planning, reconstruction.

За период с 2017 года в России в строительной отрасли все чаще стали использоваться понятие цифровизации и в частности BIM технологий. За 3 года в стране вышло достаточно большое количество нормативных документов, которое раскрывают эти понятия. К примеру, среди основных из них можно выделить:

- **СП 328.1325800.2017** «Информационное моделирование в строительстве. Правила описания компонентов информационной модели»;
- **СП 333.1325800.2017** «Информационное моделирование в строительстве. Правила формирования информационной модели объектов на различных стадиях жизненного цикла»
- **СП 301.1325800.2017** «Информационное моделирование в строительстве. Правила организации работ производственно-техническими отделами»

Однако многие строители до сих пор не сложили для себя четкого мнения по поводу применения технологий информационного моделирования (ТИМ) и сценариев его использования. На первый взгляд может показаться, что это всего лишь красивые 3D модели, которые можно показывать только заказчику или инвестору, который безусловно будет впечатлён, а также создания проектной документации, графика в которой будет создаваться автоматически. Многие даже не знают, что это очень эффективно может внедряться и в процесс строительства, а также эксплуатацию. Попробуем раскрыть некоторые возможности цифровых технологий, а также развеять некоторые мифы, которые встречаются из-за неинформированности.

Говоря о вопросах проектирования, многие по ошибке считают, что это сильно ускоряет работу с проектной документацией, но не уточняют в каком именно аспекте BIM может ее ускорить. Стоит отметить, что на создание правильной BIM модели необходимо потратить много времени, в зависимости от степени проработки, которые называются LOD. Повышение на каждую ступень, существенно повышает сроки и стоимость разработки, что может быть даже дороже привычного проектирования с применением САПР. Однако в итоге мы получаем максимально точную модель будущего сооружения, где не придётся тратить много времени на прохождение экспертизы, или находить ошибки на стадии строительства, когда каждый рабочий день на счету, а просрочки повлекут за собой штрафные санкции. В итоге мы можем с большей степенью вероятности гарантировать себе экономию средств в будущем [1].

Продолжая тему продолжительности строительства, мы переходим на вторую стадию использования ТИМ, а именно о календарном планировании. Этот вопрос в настоящее время очень актуален, потому что одним из главных ресурсов строительства является время. Оптимизацией рабочего времени занимались уже давно, но очень сложно себе представить,

чтобы разработанные ещё в прошлом сетевые графики, циклограммы и классические линейные графики Ганта в 21 веке будут составлять вручную.

На помощь приходят компьютеры и специальное программное обеспечение (Microsoft project, Primavera и др). Данные программы позволяют в режиме диалогового окна составлять календарные графики, где компьютер сам увязывает технологические процессы между собой. Принимая во внимание то, что, создавая BIM модель мы можем задавать стадийность строительства и автоматически просчитывать объемы работ, календарное планирование становится ещё проще, ведь весь процесс возведения объекта уже прикрепляется к цифровой копии и оператору стоит только проконтролировать с помощью инструментов визуализации строительства, что технологические процессы построены в правильном порядке [2].

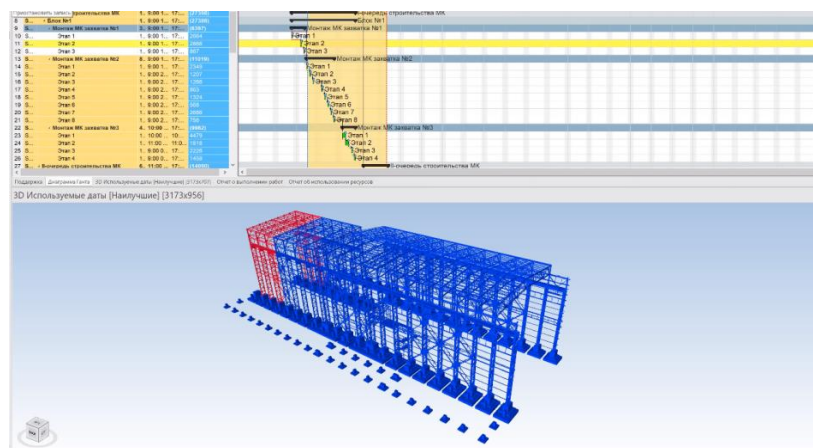


Рис. 1. Визуализация строительства с помощью BIM-модели

Все это позволяет создавать множество разных вариантов таких графиков, вводя новые переменные, изменяя количество рабочих, а также изменять его уже во время строительства, когда по тем или иным причинам могли сбиться сроки. А причин для сбоя сроков может назвать любой строитель (поставки материалов, влияние погодных условий, ошибки исполнителей работ и многие другие). Но каждый раз вручную пересчитывать такие графики было бы нереально, чего нельзя сказать о BIM-модели в тандеме с вычислительной мощностью компьютера [3].

Следует отметить, что моделирование можно использовать и в реконструкции уже существующих зданий. Это очень удобно, когда необходимо собрать воедино всю информацию об объекте, находя ее в различных архивных источниках, или типовых проектах. Имея множество разрозненной информации сложно создать общее впечатление о реконструируемом сооружении. Создав такую модель, можно облегчить себе задачу в разъяснении всех мелочей своим коллегам, ведь это будет максимально наглядно.

В этой статье мы достаточно поверхностно рассмотрели лишь часть инструментов BIM-моделирования. Развитие и применение этих технологий неизбежно, и в любом случае придёт на замену устаревшим САПР.

Это лишь вопрос времени. Уже сейчас правительство, взяв курс на цифровизацию, в самое ближайшее время заставит на законодательном уровне строительные предприятия строить объекты, финансируемые из государственного бюджета с применением технологий информационного моделирования.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Абакумов Р.Г.* Преимущества, инструменты и эффективность внедрения технологий информационного моделирования в строительстве / Р.Г. Абакумов, А.Е. Наумов, А.Г. Зобова // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова 2017, № 5. С. 171–181. DOI: 10.12737/article_590878fb8be5f0.72456616
2. *Вербицкий В.А.* Анализ программных комплексов и опыта внедрения bim-технологий // International Journal of Advanced Studies. 2019. Vol. 9. No 2. DOI: 10.12731/2227-930X-2019-1-14-28
3. *Мамаев А.Е.* Этапы реализации методики контроля календарного графика строительства на основе BIM-технологии // BIM-моделирование в задачах строительства и архитектуры. Материалы Всероссийской научно-практической конференции 29-30 марта 2018 г. Санкт- Петербург.

АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ СИСТЕМ УТЕПЛЕНИЯ ГРАЖДАНСКИХ ЗДАНИЙ НА ОСНОВЕ МОДЕЛИРОВАНИЯ ТЕМПЕРАТУРНЫХ ПОЛЕЙ

Д.А. Горбунова, В.Б. Доброхотов

Научный руководитель – **В.Б. Доброхотов**, канд. хим. наук,
доцент

Ярославский государственный технический университет

Рассмотрена необходимость анализа эффективности применения систем утепления ограждающих конструкций на основе моделирования узлов. Приведен пример сложного, с точки зрения распределения температур, узла систем утепления.

Ключевые слова: энергоэффективность, системы утепления, теплопроводные включения, теплопотери, температурное поле.

ANALYSIS OF THE EFFECTIVENESS OF CIVIL BUILDING INSULATION SYSTEMS BASED ON TEMPERATURE FIELD MODELING

D.A. Gorbunova, V.B. Dobrokhotoy

Scientific Supervisor – **V.B. Dobrokhotoy**, Candidate
of Chemical Sciences, Associate Professor

Yaroslavl State Technical University

The necessity of analysis the effectiveness of insulation systems for enclosing structures based on node modeling is considered. An example of a complex node of insulation systems from the point of view of temperature distribution is given.

Keywords: energy efficiency, insulation systems, heat-conducting inclusions, heat loss, temperature field.

Главной особенностью современного развития строительной отрасли является обеспечение эффективности капитальных вложений в сочетании с необходимостью экономии энергетических, материальных и трудовых ресурсов, а также повышение эксплуатационных качеств зданий и сооружений. Именно эти вопросы приобретают особую актуальность.

Вопрос строительства энергоэффективных зданий в России становится одним из ключевых, а проблема рационального использования энергоресурсов приобретает все большее значение. В настоящее время практически все ресурсы, потраченные на отопление зданий, тратятся на компенсацию тех тепловых потерь, которые забирают ограждающие конструкции зданий. Внедрение решений и мероприятий по энергосбережению и повышению энергетической эффективности, и внедрение новых технологий на всех уровнях и стадиях проектирования зданий, позволяет достичь значимых показателей по энергоэффективности и сохранению ресурсов.

На сегодняшний день существует очень много различных систем утепления зданий, которые соответствуют требованиям действующих норм проектирования [1, 2]. В виду этого, встал вопрос корректного определения энергоэффективности зданий при применении таких систем [3]. Для этого необходимо не только теплотехнические расчеты системы в целом, но и моделирование температурных полей в каждом конкретном узле. Благодаря которым можно точнее оценить распределение температур в ограждающих конструкциях.

Плоская и протяженная ограждающая конструкция обладает теплотехнической однородностью по всей ее площади. Изменение значений температур происходит только по поперечному сечению этой конструкции.

Однако в современных зданиях ограждающие конструкции могут содержать внутри себя или на поверхности различные элементы, теплопроводность, которых больше теплопроводности основных слоев. Также это могут быть элементы, усложняющие геометрию поверхности ограждающих конструкций (различные выступы и оребрения и т.д.), а также теплопроводные включения.

К ним можно отнести:

- вертикальное примыкание внутренних перегородок;
- горизонтальный узел опирания перекрытия;
- внутренние и наружные оконные откосы;
- узел сопряжения стены с балконной плитой;
- узел сопряжения стены с ограждением лоджии;
- дюбели, крепящие утеплитель;
- кронштейны системы навесного фасада;
- ребра жесткости в трехслойных панелях;

Основной особенностью теплопроводных включений является появление дополнительных потоков теплоты, проходящих через них. Эти дополнительные потоки приводят к увеличению теплопотерь и снижению уровня теплозащиты здания [4]. Именно по этой причине они должны быть учтены при теплотехническом расчете конструкций наружных ограждений.

Также стоит помнить о влажности применяемых материалов. Это зависит от абсорбционных свойств изделий и влажностного режима помещения, зоны влажности, где предполагается строительство здания. Чем выше влажность применяемых строительных материалов в составе наружных ограждающих конструкций, тем выше их теплопроводность. По этой причине недопущение их переувлажнения обеспечивает соответствие расчетных и фактических параметров теплоизоляции ограждающих конструкций.

Температура внутренней поверхности ограждающей конструкции в зоне теплопроводных включений, в углах и оконных откосах должна быть не ниже точки росы внутреннего воздуха при расчетной температуре наружного воздуха $-t_n$.

Температура внутренней поверхности ограждающей конструкции должна определяться по результатам расчета температурных полей всех зон с теплотехнической неоднородностью [1].

Результатом расчета температурного поля элемента (узла) конструкции является распределение температур (изотерм) и температурного градиента в сечении элемента, градиент температуры, поток теплоты, проходящий через элемент, а также осредненные по площади температуры внутренней и наружной поверхностей.

Для расчетов температурных полей необходимо иметь конструкцию узла с точными размерами функциональных слоев ограждения и элементов несущих конструкций (схема узла), теплотехнические характеристики материалов ограждения, а также расчетные температуры внутреннего (t_b) и наружного воздуха (t_n) и коэффициенты теплоотдачи внутренней (α_b) и наружной (α_n) поверхностей узла конструкции [5].

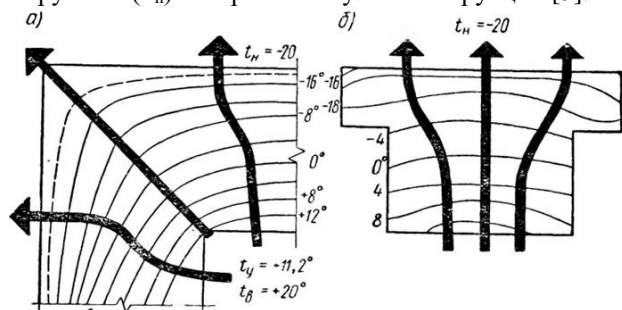


Рис. 1. Двумерные температурные поля геометрически сложных элементов:
а) наружного угла, б) простенка

Из всего вышеприведенного можно сделать вывод, что на условия теплопередачи влияет как геометрическая форма конструкций, так и наличие неоднородностей в распределении температур.

На рис. 2 приведен пример оконного откоса. На нем есть выступающие элементы, различные кронштейны, анкера, металлические отливы и другие элементы, которые сильно усложняют температурное поле. В связи с этим простыми методами оценки теплопроводности проанализировать узел не получится. Для этого необходимо строить модель с учетом распределения температурных полей, которые в этом случае окажутся достаточно сложными.

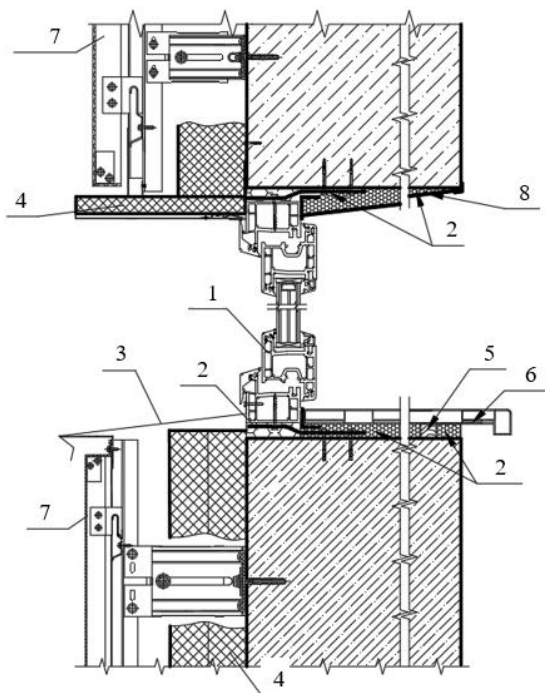


Рис. 2. Узел оконного откоса

- 1 – ПВХ окно
- 2 – Монтажная пена
- 3 – Отлив
- 4 – Утеплитель
- 5 – Деревянный брусок
- 6 – Подоконная доска ПВХ
- 7 – Стальная композитная панель
- 8 – ПВХ сэндвич-панель для оконных откосов

Для того чтобы обеспечить надёжность и долговечность эксплуатации такого узла, необходимо моделировать температурное поле. Поэтому одним из направлений моей работы является предоставление анализа таких узлов, с использованием программного комплекса ELCUT.

Любую систему утепления можно корректно оценить только при анализе конкретных узлов здания, так как одинаковые системы могут обеспечивать разную эффективность. Это связано с тем, что здания имеют разные архитектурные особенности, геометрические параметры и применяемые материалы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. СП 50.13330.2012. Тепловая защита зданий. Актуализированная редакция СНиП 23-02-2003. М: Минрегион России, 2012. 95 с.
2. СП 23-101-2004. Проектирование тепловой защиты зданий. М: Госстрой России, 2004. 139 с.
3. *Малявина Е. Г.* Строительная теплофизика и проблемы утепления современных зданий [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://www.abok.ru/for_spec/articles.php?nid=4209. Дата обращения 26.02.2020.
4. *Крайнов Д.В.* Расчет дополнительных теплотерь через теплопроводные включения ограждающих конструкций. // Инженерно-строительный журнал. 2010. № 6. С. 17-22.
5. Расчет приведенного сопротивления теплопередаче наружных ограждений зданий: Учебно-методическое пособие к выполнению самостоятельной работы для студентов направления подготовки «Строительство» (бакалавриат и магистратура) / Р.А. Садыков, В.Н. Куприянов, Д.В. Крайнов, И.Ш. Сафин, А.И. Иванцов. Казань: Изд-во Казанск. гос. архитектур.-строит. ун-та, 2018. 55 с.
6. *Семенова Э.Е.* Анализ энергосберегающих архитектурных решений при проектировании гражданских зданий / Э.Е. Семенова, И.А. Буданов, М.В. Пискунов // Вопросы технических наук: новые подходы в решении актуальных проблем: Сборник научных трудов по итогам международной научно-практической конференции. № 3. Казань, 2016. С. 75-78.

**СРАВНЕНИЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ И ЭКОНОМИЧЕСКОЙ
ЭФФЕКТИВНОСТИ ЗДАНИЯ ПРИ ЕГО РЕКОНСТРУКЦИИ
С ЗАМЕНОЙ КРОВЛИ НА ЭКСПЛУАТИРУЕМУЮ,
ПО СИСТЕМЕ «GREEN ROOF»**

Н.В. Александрова, В.Б. Доброхотов

Научный руководитель - **В.Б. Доброхотов**, кандидат хим. наук,
доцент

Ярославский государственный технический университет

Производится оценка влияния применения технологии «зеленая кровля» при реконструкции здания на энергетическую и экономическую эффективность зданий путем проведения теплотехнических и экономических расчетов инверсионной неэксплуатируемой кровельной конструкции и эксплуатируемой конструкции по технологии «зеленая кровля» и сравнения полученных результатов.

Ключевые слова: теплопередача, теплотехнический расчет, ограждающие конструкции, «зеленая кровля», энергетическая эффективность, экономическая эффективность.

**FORECAST ENERGY AND ECONOMIC EFFICIENCY
OF THE BUILDING WITH HIS RECONSTRUCTION
WITH THE REPLACEMENT OF THE ROOF
ON THE SYSTEM "GREEN ROOF"**

N.V. Aleksandrova, V.B. DobrokhotoV

Scientific Supervisor – **V.B. DobrokhotoV**, Candidate
of Chemical Sciences, Associate Professor

Yaroslavl State Technical University

The article assesses the impact of the use of "green roof" technology in the reconstruction of a building on the energy and economic efficiency of buildings by conducting thermal and economic calculations of inversion non-exploited roof structure and exploited structure using the "green roof" technology and comparing the results obtained.

Keywords: heat transmission, thermotechnical calculation, protecting design, green roof, energy performance, economic efficiency.

Общая характеристика площади ограждающих конструкций здания представлена в табл. 1.

Таблица 1. Общая характеристика здания

№ п/п	Показатель	Значение показателя, м ²
1	Общая площадь наружных ограждающих конструкций здания, в т.ч.	6063,40
1.1	- наружные стены	2715,20
1.2	- цоколь	237,50
1.3	- окна	403,10
1.4	- кровля	1310,50
1.5	- наружные двери	49,40
1.6	- пол I	372,10
1.7	- пол II	374,90
1.8	- пол III	340,50
1.9	- пол IV	260,30

Таблица 2. Теплотехнические характеристики отдельных слоев существующей (инверсионной неэксплуатируемой) кровли

№ п/п	Материал	Толщина слоя δ , м	Плотность материала ρ , кг/м ³	Коэффициент теплопроводности λ_B , Вт/(м·°С)
1	Монолитная плита	0,2	2500	2,04
2	Стяжка цементно-песчаная армированная	0,05	1800	0,93
3	Праймер битумный Техноиколь №01	0,0035	1200	0,22
4	Техноэласт ЭПП в 2 слоя	0,008	600	0,17
5	Утеплитель экструдированный пенополистирол «Пеноплекс»	0,15	35	0,032
6	Пригрузочный слой окаточный гравий фракции 20-40	0,15	400	0,145

**Таблица 3. Теплотехнические характеристики отдельных слоев кровли
(эксплуатируемая «зеленая кровля»)**

№ п/п	Материал	Толщина слоя δ , м	Плотность материала ρ , кг/м ³	Коэффициент теплопроводности λ Б, Вт/(м·°С)
1	Монолитная плита	0,2	2500	2,04
2	Экструдированный пенополистирол Технониколь PROF	0,2	35	0,032
3	Уклонообразующий слой из керамзита	0,1	600	0,20
4	Стяжка цементно-песчаная армированная	0,05	1800	0,93
5	Праймер битумный Технониколь №01	0,0035	1200	0,22
6	Техноэласт ЭПП	0,004	600	0,17
7	Техноэласт Грин	0,004	600	0,17
8	Мембрана Технониколь Planter Geo	0,0055	600	0,17
9	Грунт с зелеными насаждениями	0,3	1800	1,16

Таблица 4. Характеристика существующих климатических условий

№ п/п	Наименование параметра	Обозначение	Единица измерения	Величина
1	Расчетная температура внутреннего воздуха в здании	$t_{в}$	°С	18
2	Расчетная температура наружного воздуха	$t_{н}$	°С	-31
3	Продолжительность отопительного периода	$Z_{от}$	сут	221
4	Средняя температура наружного воздуха за отопительный период	$t_{от}$	°С	-4
5	Градусо-сутки отопительного периода	ГСОП	°С*сут/год	4862

**Таблица 5. Теплотехнические показатели здания до его реконструкции
(приведенное сопротивление теплопередаче наружных ограждений)**

№ п/п	Вид ограждающей конструкции	Обозначение показателя	Размерность	Нормативное значение показателя	Расчетное значение показателя
1	Стены	Rст1	М ² *°С/Вт	1,68	3,56
2	Цоколь	Rст2	М ² *°С/Вт	1,68	2,12
3	Окна	Rок	М ² *°С/Вт	0,42	0,67
4	Кровля	Rкр	М ² *°С/Вт	2,83	4,78
5	Двери	Rдв	М ² *°С/Вт	0,75	1,50
6	Пол I	Rп1	М ² *°С/Вт	2,1	2,10
7	Пол II	Rп2	М ² *°С/Вт	4,3	4,30
8	Пол III	Rп3	М ² *°С/Вт	8,6	8,60
9	Пол IV	Rп4	М ² *°С/Вт	14,2	14,20

Трансмиссионные тепловые потери через ограждающие конструкции существующей кровли составят

$$Q_1 = 742097.17 \text{ кВт} \cdot \text{час/год.}$$

Трансмиссионные тепловые потери через ограждающие конструкции по системе «зеленая кровля» составят

$$Q_2 = 733929.01 \text{ кВт} \cdot \text{час/год.}$$

Результаты расчета трансмиссионных потерь для каждого вида кровли сведены в табл. 6.

Таблица 6. Суммарный годовой расход потерь тепловой энергии через рассматриваемые виды кровельного покрытия за отопительный период

№ п/п	Вид ограждающей конструкции здания (кровли)	Обозначение оцениваемого параметра	Годовой расход потерь тепловой энергии		
			кВт*ч/год	МДж/год	Гкал/год
1	Существующая инверсионная неэксплуатируемая кровля	Q ₁	742097,17	2671549,8	638,05
2	Эксплуатируемая конструкция по системе «зеленая кровля»	Q ₂	733929,01	2642144,4	631,03

Разница потери тепловой энергии между рассматриваемыми видами кровельных конструкций составит:

$$Q_p = 8168,16 \text{ кВт}\cdot\text{ч}/\text{год} = 29405,4 \text{ МДж}/\text{год} = 7,02 \text{ Гкал}/\text{год}$$

Для сравнения экономических затрат на отопление здания с применением рассматриваемых видов кровельных конструкций обратимся к Приказу Департамента жилищно-коммунального хозяйства, энергетики и регулирования тарифов Ярославской области № 4 50-лт от 19.12.2019, в котором установлен тариф на тепловую энергию в размере 1785,00 руб./Гкал.

Таблица 7. Затраты на отопление здания в зависимости от вида ограждающей конструкции (кровли)

№ п/п	Вид ограждающей конструкции здания (кровли)	Годовой расход потерь тепловой энергии, Гкал/год	Затраты на отопление здания, руб./год
1	Существующая инверсионная неэксплуатируемая кровля	638,05	1138919,25
2	Эксплуатируемая конструкция по системе «зеленая кровля»	631,03	1126388,55

Как видно из таблиц и диаграмм, применение технологии «зеленая кровля» сокращает годовой расход потерь тепловой энергии по сравнению с неэксплуатируемой инверсионной кровлей, что, в свою очередь снижает экономические затраты на отопление.

Заключение:

1. Потери тепловой энергии здания с неэксплуатируемой инверсионной кровлей больше, чем здания с «зеленой кровлей».
2. Применение технологии «зеленая кровля» позволяет снизить расход тепловой энергии на отопление здания.
3. Снижение расхода тепловой энергии на отопление здания позволяет уменьшить затраты на оплату тепловой энергии.

С целью снижения потребления зданиями тепловой энергии требования к уровню теплоизоляции наружных ограждающих конструкций (стен, окон, покрытий и др.) постоянно повышаются, что стимулирует разработку инновационных энергоэффективных инженерных технологий и строительных материалов. Технология «GREEN ROOF» – инновационная технология, позволяющая повысить эффективность инженерных качеств здания, получить экономические приоритеты при эксплуатации.

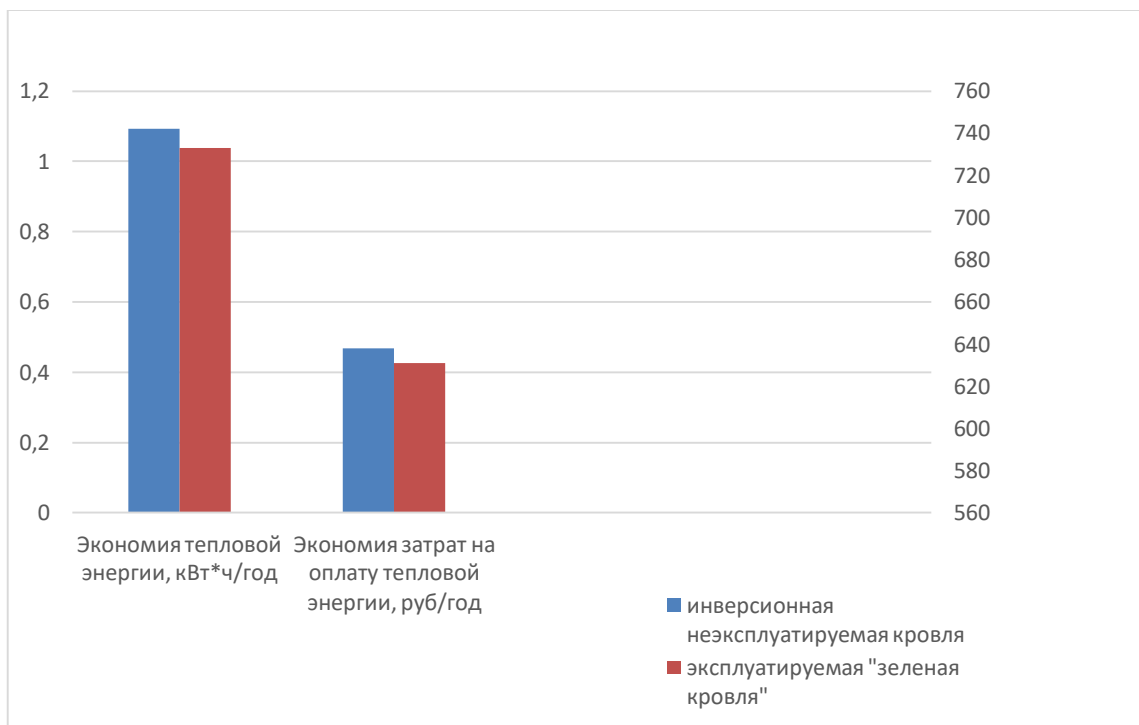


Рис. 1. Энергетический и экономический эффект при замене существующей инверсионной неэксплуатируемой кровли на конструкцию по системе «зеленая кровля»

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. СП 50.13330.2012. Тепловая защита зданий. Актуализированная редакция СНиП 23-02-2003.
2. Дмитриев А. Н. Пассивные здания. Перспективы проектирования и строительства зданий с низким уровнем энергопотребления // СтройПРОФИль. 2005. № 2-1. С. 23-24.
3. *Малявина Е.Г.* Теплотери здания: справочное пособие / Е.Г. Малявина. М.: Авок-пресс, 2007. 144 с.
4. *Бескорвайная А.В.* Эффективность применения эксплуатируемых кровель / А.В. Бескорвайная, Э.Е. Семенова // Научный вестник Воронежского Государственного Архитектурно-строительного университета. Серия: высокие технологии. Экология. 2015. № 1. С. 86-89.
5. *Горшков А.С.* Нормативное и законодательное обеспечение государственной программы об энергосбережении и повышении энергетической эффективности зданий и пример ее реализации на региональном уровне / А.С. Горшков, С.А. Байкова, А.С. Крянев // Инженерные системы. АВОК СевероЗапад. 2012. № 3. С. 24-32.

ВЛИЯНИЕ СОВРЕМЕННЫХ СМАЗОЧНЫХ МАСЕЛ НА БЕТОННЫЕ КОНСТРУКЦИИ ПРОМЫШЛЕННЫХ ЗДАНИЙ

В.С. Гомилко, В.Б. Доброхотов

Научный руководитель – **В.Б. Доброхотов**, канд. хим. наук,
доцент

Ярославский государственный технический университет

Анализируются разные степени влияния смазочных масел на бетонные конструкции зданий.

Ключевые слова: минеральное масло, нефтепродукты, ПАВ, бетон, железобетон, деформативные свойства, прочность на изгиб, прочность на сжатие.

INFLUENCE OF MODERN LUBRICANT OILS ON CONCRETE STRUCTURES OF INDUSTRIAL BUILDINGS

V.S. Gomilko, V.B. DobrokhotoV

Scientific Supervisor – **V.B. DobrokhotoV**, Candidate of Chemical
Sciences, Associate Professor

Yaroslavl State Technical University

Different degrees of the influence of lubricating oils on concrete structures of buildings are analyzed.

Keywords: mineral oil, petroleum products, surfactants, concrete, reinforced concrete, deformation properties, bending strength, compressive strength.

При возведении промышленных зданий необходимо закладывать различные факторы нагрузок и воздействий, но в современном СП 28.13330.2017 «Защита строительных конструкций от коррозии» отвергается значительное влияние масел на здания, в состав которых входит бетон.

Современная промышленность не может отказаться от использования смазочных масел и других нефтепродуктов, а углеводороды из них

контактируют со зданиями и сооружениями, влияя на постройки и уменьшая их срок службы. Это связано с ослаблением контактов между цементным камнем и заполнителями. Пористость и проницаемость играют важную роль в нейтрализации сжатия бетона, пропитанного углеводородами. Высокомолекулярные соединения (ВМС), входящие в состав масел, повышают способность нефтепродуктов легко переходить в мельчайшие трещины и поры в бетоне. В них молекулы ВМС создают внутреннее давление, которое снижает прочность бетона. В состав отработанных масел входят кислоты, они инициируют реакции с цементным камнем, что способствует ускорению разрушения бетона.

Пермяковой В.В. и др. обнаружено влияние отработанного масла на структуру бетонных и железобетонных конструкций. Была подчеркнута значительная разница в параметрах бетона, пропитанного свежим и использованным минеральным маслом.

Негативное влияние углеводов на бетон состоит в том, что сопротивление осевому сжатию снижается на 17% для обычного бетона и для высокопрочного бетона - на 11,8%. По опыту Магги М.А. увеличение модуля упругости бетона, пропитанного нефтепродуктом, составило 8–10% по сравнению с контрольными моделями, а пропитка водой - на 10–15%.

В настоящее время эволюция смазочных соединений и добавок шагнула далеко вперед. На рынке представлены новые масла с использованием, ранее не используемых присадок и их пропорционального отношения к действующему веществу. Поэтому современные исследования дают разные результаты экспериментов. Свинцовым А.П. в работе «Влияние минерального и растительного масла на деформативные свойства бетона» и Улыбин А.В. в работе «Изменение прочности промасленного бетона эксплуатируемых конструкций» получили противоположные итоги своих опытов. Поэтому точного ответа в данной проблематике нет.

В лаборатории ЯГТУ были проведены собственные исследования. Взяты образцы бетонных балочек с различными составами и исследовались воздействия на них отработанных масел с модификаторами и без. Также исследовались влияния защитных покрытий на прочностные качества бетонных балочек. Образцы находились в масле разные промежутки времени: 2 недели, 1 месяц, 3 месяца и 6 месяцев.

В результате были получены неоспоримые данные о влиянии масел на бетонные конструкции. В начале процесса замазливания углеводороды заполняют поры в структуре бетона и таким образом усиливают его, но в результате наступающих вслед реакций начинается разрушение цементного камня. Смолы в составе масел, являющиеся ПАВами, усиливали проникающую способность. Чем дольше находился образец в масле тем сильнее видна тенденция к потере прочностных характеристик.

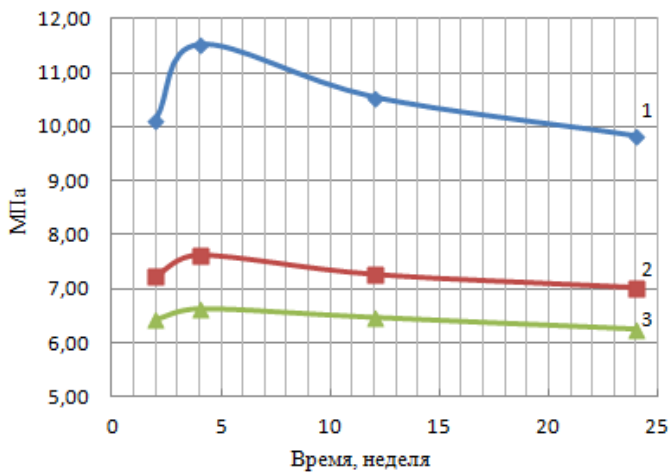


Рис. 1. Зависимость прочности на изгиб от времени
 Состав цемент/песок: 1- 1/1,5; 2- 1/3; 3 – 1/5

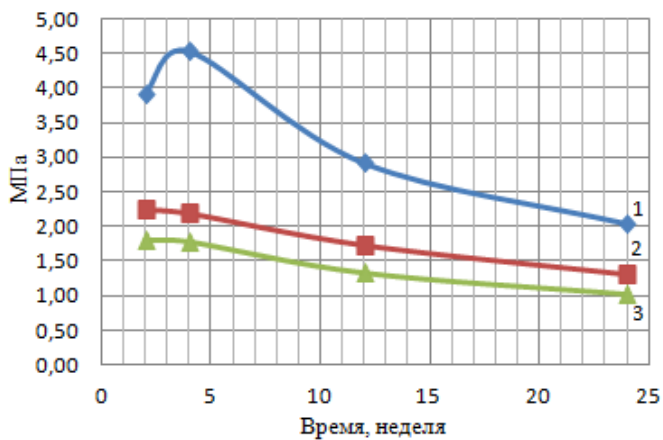


Рис. 2. Зависимость прочности на сжатие от времени
 Состав цемент/песок: 1- 1/1,5; 2- 1/3; 3 – 1/5

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Пермякова В.В.* Исследование состояния бетонных и железобетонных конструкций, подверженных воздействию отработанного масла / В.В. Пермякова, Н.А. Лебедева, О.А. Пожиткова // Известия Всероссийского научно-исследовательского института гидротехники им. Б.Е. Веденеева. 2000. Т. 237. С. 18-24.
2. *Диаб Х.* Показатели прочности на сжатие бетона низкой и высокой прочности, пропитанного минеральным маслом // Строительство и строительные материалы. 2012. Том. 33. Стр. 25-31.
3. *Матти М.А.* Влияние замачивания нефти на динамический модуль бетона // международный журнал цементных композитов и легкого бетона. 1983. Т. 5. С. 277-282.

**ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ
РЕКОНСТРУКЦИИ СКЛАДА МЕТАЛЛИЧЕСКИХ
ЗАГОТОВОК ОАО «ПРОЛЕТАРСКАЯ СВОБОДА»
В Г. ЯРОСЛАВЛЕ**

А.С. Жигалов, В.Б. Доброхотов

Научный руководитель – **В.Б. Доброхотов**, канд. хим. наук,
доцент

Ярославский государственный технический университет

В статье рассматриваются и описываются конструктивные варианты решения для реконструкции существующего склада металлических заготовок ОАО «Пролетарская Свобода» в г. Ярославле.

***Ключевые слова:** склад, складской комплекс, реконструкция, конструктивные решения, здания из легких металлических конструкций.*

**FEASIBILITY STUDY FOR THE RECONSTRUCTION
OF THE WAREHOUSE OF METAL BILLETS
OF JSC «PROLETARIAN FREEDOM» IN YAROSLAVL**

A.S. Zhigalov, V.B. DobrokhotoV

Scientific Supervisor – **V.B. DobrokhotoV**, Candidate
of Chemical Sciences, Associate Professor

Yaroslavl State Technical University

The article discusses and describes constructive solutions for the reconstruction of the existing warehouse of metal billets of JSC "Proletarskaya Svoboda" in Yaroslavl.

***Keywords:** warehouse, warehouse complex, reconstruction, structural solutions, buildings made of light metal structures.*

Любое производство в России на данный момент переживает не самые лучшие времена. Так или иначе, инфляция, падение курса рубля по отношению к доллару негативно сказываются на экономическом состоянии промышленной компании, и встает вопрос о более рациональном и экономичном использовании тех или иных территорий, чтобы можно было

экономить на их повседневном использовании и оптимизировать расходы на их эксплуатацию.

Так например, для ОАО «Пролетарская Свобода» в г. Ярославле чрезвычайно актуален вопрос технического переоснащения склада металлических заготовок на территории предприятия.

В 2019 году для сбора исходной информации было проведено обследование существующей площадки складирования металлических заготовок с обмерами основных конструкций, с целью оценки технического состояния и надежности конструкций. Наряду с этим была произведена фотофиксация объекта.

Участок для проектирования представляет собой территорию, близкую к прямоугольной в плане, огороженную забором из легких стальных конструкций. Имеются ворота для въезда механизированной техники на территорию площадки складирования.

Территория проектирования ограничена размерами в плане 52,72x36,4 метра.

В центральной части склада металлических заготовок располагается козловой кран грузоподъемностью 12,5 тонн, размерами между опорными конструкциями рельса 16 метров. Под открытым небом складировается металлический профиль - трубы квадратного и круглого сечения различного диаметра и размера для использования их в производстве. И это представляет собой ряд проблем – металл портится без навеса под воздействием атмосферных осадков.

Одним из вариантов реконструкции склада металлических заготовок стало сохранение существующего козлового крана и заключение его под крытый навес, чтобы защитить металлические заготовки и сам кран от атмосферных осадков – дождя и снега. Это позволит решить вопрос и с производством работ – выгрузкой и складированием заготовок, которые будут производиться не под открытым небом.

Исходя из поставленной задачи, это предположило 2 варианта конструктивных решений однопролетного здания складского комплекса – размерами в осях 27,0x36,0 метров. Шаг колонн 6,0 метров, сечение квадратного профиля 400x400x8 мм. Перекрытие здания такого большого пролета представляется возможным лишь с применением ферм. Высота до конструкций низа фермы покрытий составляет 13,0 метров. Различие двух вариантов при сохранении существующего козлового крана – это очертание поясов фермы. В первом случае ферма треугольная, во втором – трапецидальная.

Использование козлового крана большой грузоподъемности 12,5 тонн происходит не в полной степени, и это наталкивает на мысль о его

демонтаже и замене на другой кран, меньший по грузоподъемности и более функциональный по техническим и эксплуатационным характеристикам.

Таким образом, следующим вариантом решения представленной задачи является возведение нового однопролетного здания. Оно будет меньше по габаритным размерам.

Это подразумевает демонтаж существующего козлового крана и его подкрановых опор, демонтаж покрытия площадки из бетона и дорожных плит покрытия на существующей площадке складирования.

Новое неотапливаемое здание склада металлических заготовок прямоугольное в плане, с размерами в осях 30,0х16,0 метров. Здание 5-типролетное, с шагом колонн 6,0 метров. Высота в коньке составляет 9,0 метров. В здании предусматривается установка подвешного крана с пультом-манипулятором грузоподъемностью 5 тонн.

Снаружи стены здания складского комплекса будут облицованы окрашенным профилированным настилом. Кровля также выполнена из профнастила.

Таким образом, новое здание будет лучше соответствовать своему функционалу, что позволит существенно снизить издержки при его эксплуатации.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ГОСТ 21.501-2018 Правила выполнения рабочей документации архитектурных и конструктивных решений.
2. СП 16.13330.2017 Стальные конструкции. Актуализированная редакция СНиП II-23-81*.
3. СП 70.13330.2012 Несущие и ограждающие конструкции. Актуализированная редакция СНиП 3.03.01-87.
4. ОСТ 26.260.758-2003 Конструкции металлические. Общие технические требования.

ПРОЧНОСТЬ ДЕКОРАТИВНОГО ФИБРОБЕТОНА С РАЗЛИЧНЫМИ ВИДАМИ АРМИРУЮЩЕГО МАТЕРИАЛА

И.С. Левашов, В.Б. Доброхотов

Научный руководитель - **В.Б. Доброхотов**, канд. хим. наук, доцент

Ярославский государственный технический университет

Рассматривается подбор состава бетонной смеси с использованием разных видов армирования с целью создания декоративного состава с повышенными эксплуатационными характеристиками.

***Ключевые слова:** декоративный бетон, армирование, фибробетон.*

STRENGTH OF DECORATIVE FIBRE CONCRETE WITH DIFFERENT TYPES OF REINFORCEMENT

I.S. Levashov, V.B. DobrokhotoV

Scientific Supervisor - **V.B. DobrokhotoV**, Candidate
of Chemical Sciences, Associate Professor

Yaroslavl State Technical University

We consider the selection of the composition of the concrete mixture using different types of reinforcement in order to create a decorative composition with improved performance.

***Keywords:** decorative concrete, pigment, reinforcement, fibre concret.*

В современном строительстве для повышения эстетической привлекательности зданий и сооружений нередко применяют такой материал, как декоративный бетон.

Применяя в качестве компонентов бетона цветные цементы, специальные заполнители, можно придавать бетону вид разнообразных каменных материалов природного происхождения (доска, гранит, натуральный камень и др.) или же просто окрашивать его в необходимый цвет. После специальной обработки поверхности, одними из видов которой являются печать, штампование и прессование, может быть получена декоративная фактура. Ввиду того, что бетонный раствор очень пластичен, его можно

применять при создании различных декоративных элементов зданий и сооружений.

Одним из ключевых составляющих элементов декоративных бетонов являются пигменты. Но стоит помнить, что они окрашивают только цементный камень: он покрывается тонким слоем частиц пигмента. Окрашивание наполнителя играет поэтому для последующего общего впечатления второстепенную роль. Под влиянием погодных явлений наполнитель медленно обнажается, в связи с этим изменяется зрительное впечатление при взгляде на бетонную поверхность. Это изменение будет малозаметным, если собственная окраска наполнителя не сильно отличается от цвета цементного камня. Наиболее часто используют минеральные пигменты, которые, как правило, являются оксидами или солями различных металлов.

Чтобы уменьшить расслоение цветного бетона и добиться большей равномерности окраски, используют воздухововлекающие добавки, а также вводят в небольших количествах тонкие фракции некоторых материалов (жирной извести, тонкомолотого известняка и др.).

В качестве мелкого заполнителя в цветных бетонах используются кварцевые пески, не содержащие примеси оксидов железа, поскольку те окрашивают бетон в серый цвет. При применении цветных цементов иногда из песка удаляют мелкие фракции (до 0,16 или 0,315 мм), чтобы не уменьшалась насыщенность, яркость цвета.

Доломит и светлый известняк обычно применяются в качестве крупных заполнителей. Также находят широкое применение такие заполнители, как щебень и дробленые пески из мрамора, отходы камнедробления, высевки туфа, дробленое цветное стекло, базальт, слюда, гранит и др.

Широко используют щебень и крупный песок из красного, розового или серого гранита, из белого или желтого известняка, белого, черного, красного и иных цветов мрамора, пегматита и других пород. Кроме того, декоративными заполнителями служат дробленая керамика, цветное стекло (в виде боя или специально получаемого эрклеза), иногда антрацит.

Стоит помнить о том, что для поддержания большей долговечности изделий из декоративного бетона необходимо прибегать к армированию, которое позволяет увеличивать изгибную прочность и жесткость конструкций. На настоящий момент эффективной альтернативой металлическим сеткам является фиброволокно. По сравнению со стальной арматурой, волокна препятствуют образованию микротрещин, а не сдерживают стяжку уже после образования трещины. Кроме того, фиброволокно предупреждает проникновение в строительный раствор воды и других химических элементов. Микроволокна блокируют капилляры и количество отверстий от выступившей воды уменьшается. В то же время, благодаря

фиброволокно в смесях присутствует некоторое количество воздуха, которое дает возможность жидкости сжиматься или расширяться в процессе перепада температуры.

Таким образом, актуальность темы связана с тем, что применение фибры в бетоне обеспечивает бетону более высокие показатели по таким характеристикам как прочность на растяжение, изгиб, срез, ударную и усталостную прочность, трещиностойкость, морозостойкость, водонепроницаемость. Изготовление штучных изделий для отделки фасадов, путем прессования фибробетонной смеси, позволит снизить расчетные сечения изделия. Данная технология существует за рубежом, однако состав бетонной смеси и технология изготовления изделий до сих пор не распространена в открытых ресурсах, в связи с чем необходимо провести экспериментальные исследования прочности фибробетона с различными армирующими компонентами.

Основными видами фиброволокна являются:

1. Полипропиленовое — добавка, модифицирующая структуру на микроуровне. Используется для микроармирования смесей на цементной основе. Предотвращает появление микротрещин.

2. Базальтовое – используется для строительства конструкций из гипса, легких и тяжелых бетонов, добавляется в разные наполнители при изготовлении пластика, а также пресс-материалов.

3. Стекловолокно — незаменимо при изготовлении малых архитектурных изделий, лепнины, скульптур.

4. Фибра стальная – в отличие от стальной арматуры, фибра более экономичный вариант. Прекрасно проявляет себя при строительстве дорог, паркингов, мостов, площадок, фундаментов, наливных полов, стяжек, тротуарной плитки, памятников, заборов и прочих бетонных конструкций. Отлично сочетается с полипропиленовой фиброй.

Для решения поставленной задачи была составлена программа исследований:

1. Испытания бетонных образцов, выполненных без использования фибры;
2. Испытания образцов из фибробетона с полипропиленовой фиброй;
3. Испытания образцов из фибробетона с базальтовой фиброй.

Опытные образцы каждой серии испытаний были изготовлены размерами 100x100x15 мм, по 3 образца в каждой, отличающиеся водоцементным отношением. Каждый образец был разделен на две равные части, размерами 50x100x15 мм, одна из которых была смочена водой для измерения водопоглощения. Каждый образец был испытан на изгиб.

Результаты экспериментальных исследований представлены в таблицах 1-3.

Таблица 1. Результаты исследования образцов I серии

№	Плотность, кг/м ³	Водопоглощение по массе W _m , %	Прочность на изгиб R, МПа
1	2370,90	1,727	11,26
0,23-2	2342,86	-	10,65
0,24-1	2320,25	2,097	10,89
0,24-2	2253,30	-	12,87
0,25-1	2310,65	1,786	11,63
0,25-2	2161,87	-	9,26

Таблица 2. Результаты исследования образцов II серии

№	Плотность, кг/м ³	Водопоглощение по массе W _m , %	Прочность на изгиб R, МПа
0,23-Ф1	2305,93	2,362	11,57
0,23-Ф2	2334,82	-	8,66
0,24-Ф1	2428,66	2,117	12,61
0,24-Ф2	2321,95	-	8,91
0,25-Ф1	2379,59	3,149	12,31
0,25-Ф2	2327,12	-	11,49
0,27-Ф1	2416,04	1,995	12,56
0,27-Ф2	2275,85	-	12,07

Таблица 3. Результаты исследования образцов III серии

№	Плотность, кг/м ³	Водопоглощение по массе W _m , %	Прочность на изгиб R, МПа
0,25-ФБ1	2350,25	8,00	9,34
0,25-ФБ2	2312,86	-	10,48
0,26-ФБ1	2316,86	8,46	9,89
0,26-ФБ2	2367,86	-	9,95
0,27-ФБ1	2307,45	8,62	10,82
0,27-ФБ2	2473,67	-	11,30
0,28-ФБ1	2407,41	7,75	11,40
0,28-ФБ2	2393,05	-	12,44
0,29-ФБ1	2643,38	6,68	12,49
0,29-ФБ2	2264,67	-	12,37

По результатам анализа экспериментальных данных можно сделать вывод, что добавление в качестве армирующего элемента фиброволокна позволяет увеличить прочностные свойства материала. Однако использование базальтового фиброволокна приводит к увеличению водопоглощения по массе по сравнению с неармированными образцами в среднем в 4

раза. Кроме того, образцы III серии испытаний достигают ту же прочность, что и образцы первых двух экспериментальных групп при большем водоцементном отношении.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Строительные материалы. Фиброволокно. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.beton-area.com/fibrovolochno.html>
2. «Росхимпром». Пигменты в бетоне. [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://www.roshimprom.ru/article/section_to_article_2/the_pigments_in_the_concrete/
3. Sudbooks. Декоративные бетоны [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://studbooks.net/2304181/nedvizhimost/dekorativnyu_beton
4. Alley-science.ru. Фибробетон [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://www.alley-science.ru/domains_data/files/

ОПТИМИЗАЦИЯ КОНСТРУКЦИЙ С ЦЕЛЮ УВЕЛИЧЕНИЯ ИХ ДОЛГОВЕЧНОСТИ

П.Н. Любимова, В.Б. Доброхотов

Научный руководитель – **В.Б. Доброхотов**, канд. хим. наук,
доцент

Ярославский государственный технический университет

Проведен анализ проекта спортивно-оздоровительного комплекса с бассейном, выявлены недостатки некоторых конструктивных решений, связанные с низкой долговечностью использованных материалов, предоставлены варианты по устранению данных недостатков

Ключевые слова: профнастил, монолитное перекрытие, сборные железобетонные плиты

OPTIMIZATION OF STRUCTURES TO INCREASE DURABILITY

P.N. Lyubimova, V.B. Dobrokhotoov

Scientific Supervisor - **V.B. Dobrokhotoov**, Candidate
of Chemical Sciences, Associate Professor

Yaroslavl State Technical University

The analysis of the project of the sports-health complex with a swimming pool has been carried out, the shortcomings of some design solutions related to the low durability of the materials used have been identified, and options for correcting these deficiencies have been provided.

Keywords: professional flooring, monolithic overlap, prefabricated concrete slabs

В последние годы увеличилось количество возводимых спортивных сооружений с устройством в них закрытых плавательных бассейнов.

Необходимо отметить, что помещения закрытых плавательных бассейнов характеризуются влажным режимом эксплуатации, имеющим отличительные особенности при выборе ограждающих строительных конструкций.

Произведем анализ одноэтажного отдельно стоящего физкультурно-оздоровительного комплекса с плавательным бассейном по ул. Гагарина в г. Кинешма.

Согласно проекту здание состоит из трех взаимосвязанных между собой частей: зал ванны бассейна, бытовых помещений и технических помещений. Имеется подвал. Конструктивная схема здания - каркасная.

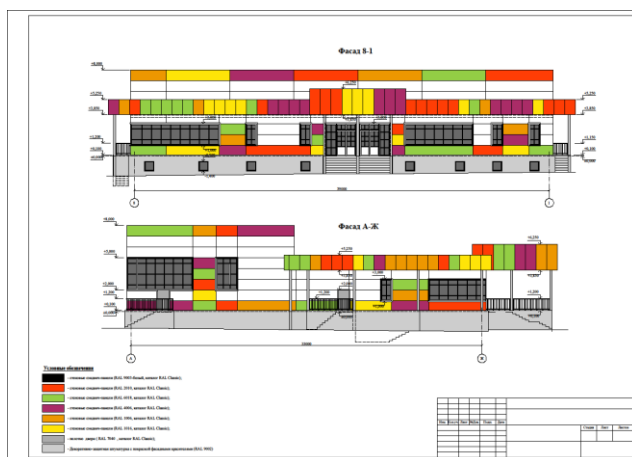


Рис. 1. Фасады

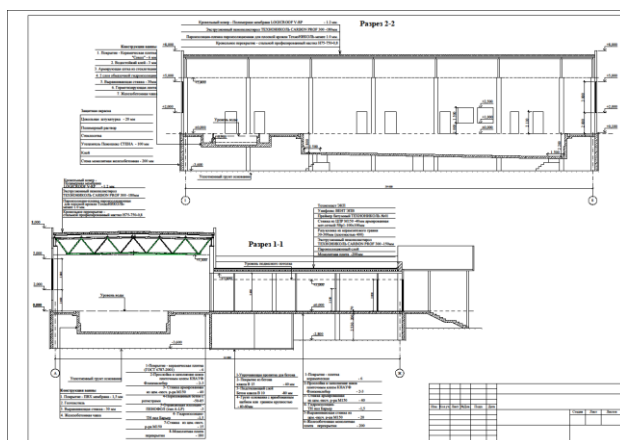


Рис. 2. Разрезы

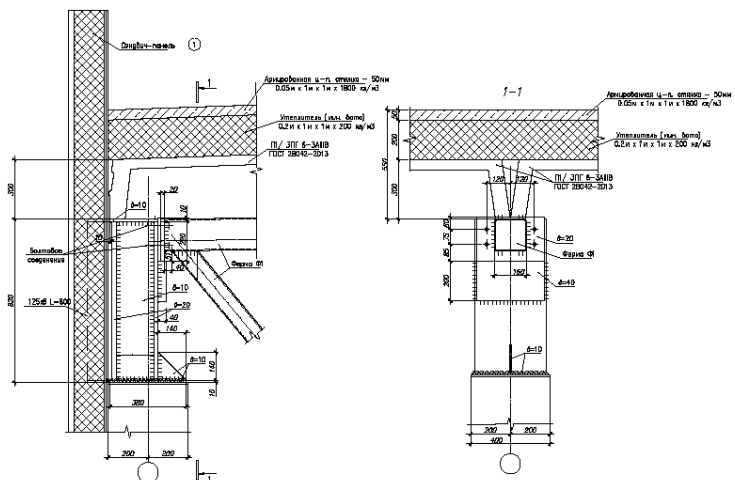


Рис. 4. Узел монолитного перекрытия (разработан автором)

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. СП 310.1325800.2017 Бассейны для плавания. Правила проектирования.
2. СП 337.1325800.2017 Конструкции железобетонные сборно-монолитные. Правила проектирования.

РАЗРАБОТКА ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫХ КОНСТРУКЦИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КРУПНОФОРМАТНЫХ СТЕНОВЫХ БЛОКОВ

М.С. Бочек, В.Б. Доброхотов

Научный руководитель – **В.Б. Доброхотов**, канд. хим. наук,
доцент

Ярославский государственный технический университет

Разработан состав легкой бетонной смеси, в качестве заполнителей которой взят керамзит, так чтобы получить крупноформатный энергоэффективный блок.

***Ключевые слова:** крупноформатный стеновой блок, энергоэффективность ограждающих конструкций, теплопроводность стеновых блоков, сокращение сроков производства строительных работ.*

DEVELOPMENT OF ENERGY EFFICIENT CONSTRUCTION USING LARGE WALL BLOCKS

M.S. Bochek, V.B. Dobrokhotov

Scientific Supervisor – **V.B. Dobrokhotov**, Candidate
of Chemical Sciences, Associate Professor

Yaroslavl State Technical University

The composition of light concrete mixture was developed. Expanded clay was taken as aggregates. Using the developed composition, you can get a large-format energy-efficient block.

***Keywords:** large-format wall block, energy efficiency of enclosing construction, thermal conductivity of wall blocks, time reduction of construction works.*

В современном строительстве все чаще стали применяться несущие ограждающие конструкции из крупноформатных блоков. Такое широкое применение они получили за счет своих размеров, которые позволяют повысить производительность труда и качество выполняемой кладки. Их прочностные характеристики позволяют использовать такие системы для

гражданского и промышленного строительства. На рынке сейчас представлено большое количество вариантов блоков.

При всем разнообразии этих блоков для научного исследования было принято решение использовать керамзитобетонные крупноформатные блоки. Керамзитобетон обладает малой плотностью, достаточно высокой прочностью и хорошими теплотехническими показателями. Собственный вес стен получается значительно ниже, чем при использовании кирпичной кладки.

Была выполнена разработка состава смеси, которая позволяет получать крупноформатные керамзитобетонные блоки с малыми допусками по отклонениям геометрических форм и достаточно ровной поверхностью. Такие блоки могут быть энергоэффективными за счет снижения количества продуваемых участков в конструкции.

Экспериментально был получен состав керамзитобетонной смеси из следующих компонентов: керамзит фракции 5-10 мм., 2,5-5 мм., до 1,25 мм., цемент (ПЦ 500-Д0), $V/C \leq 0,5$, пенообразователь Green Froth. В результате подбора смеси получились следующие характеристики: плотность 1300-1650 кг/м³, прочность 6,0-8,5 МПа, что обеспечивает возможность получения изделий с оптимальным соотношением теплотехнических и прочностных показателей.

Важнейшей и основной задачей по данной теме является моделирование теплотехнических температурных полей. Для данных образцов измерен коэффициент теплопроводности. Эти значения варьируются от 0,30 до 0,42 Вт/(м*°С), полученные данные не удовлетворяют с точки зрения возведения конструкции без утеплителя. По расчету для конструкции коэффициент теплопроводности должен быть не выше 0,20 Вт/(м*°С).

По экспериментальным данным было смоделировано распределение температурных полей. Данный расчет и их построение было выполнено в программном комплексе ELCUT 6.3.

На рис. 1 показан наихудший вариант с точки зрения теплотехнических показателей с коэффициентом теплопроводности 0,42 (Вт/м*°С).

На рис. 2 представлено распределение температурных полей с расчетным коэффициентом теплопроводности.

На рисунках толстой линией указана точка росы. На рисунке 1 точка росы проходит через железобетонную плиту перекрытия из-за этого образуется конденсация влаги в зоне контакта конструкций, что плохо скажется на эксплуатационной надежности. Для того чтобы переместить точку росы ближе к наружной грани конструкции необходимо применять утеплитель, что в свою очередь значительно удорожает стеновое ограждение. Рациональным решением этой проблемы является использование марки керамзита по насыпной плотности не выше D600.

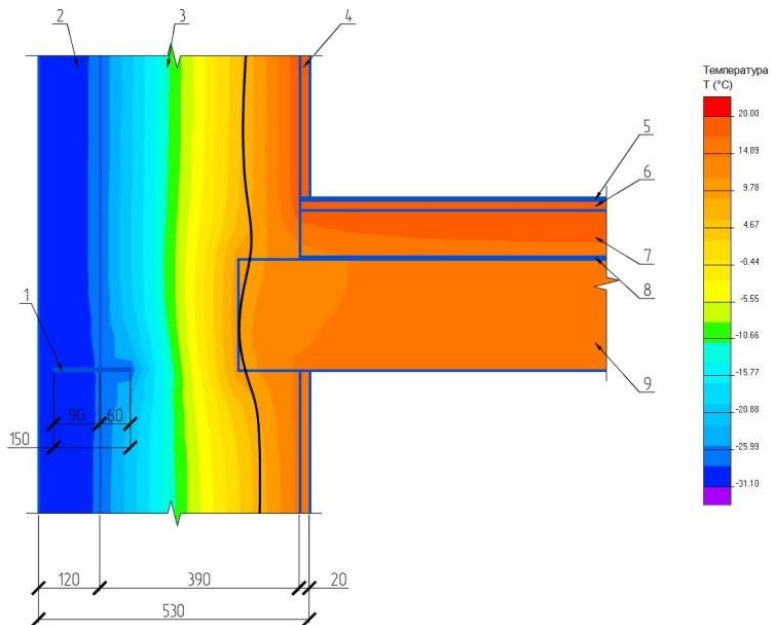


Рис. 1. Распределение температурных полей в узле сопряжения плиты перекрытия над подъездом и стены из керамзитобетонных блоков с теплопроводностью $0,42 \text{ Вт}/(\text{м}^{\circ}\text{C})$:

- 1 – Анкер стальной из стержневой арматуры;
- 2 – Облицовочный керамический кирпич;
- 3 – Кладка из крупноформатных керамзитобетонных стеновых блоков;
- 4 – Внутренняя штукатурка ЦП раствор;
- 5 – Линолеум бытовой Версаль $t=5 \text{ мм.}$;
- 6 – Цементно-песчаная стяжка $t=20 \text{ мм.}$;
- 7 – Теплоизоляция- плиты LOGICPIR ТЕХНОНИКОЛЬ $t = 90 \text{ мм.}$;
- 8 – Пароизоляция-модифицированный битумный материал Бикрорласт ТПП $t=5 \text{ мм.}$;
- 9 – Многopустотная ЖБ плита перекрытия $t = 220 \text{ мм.}$

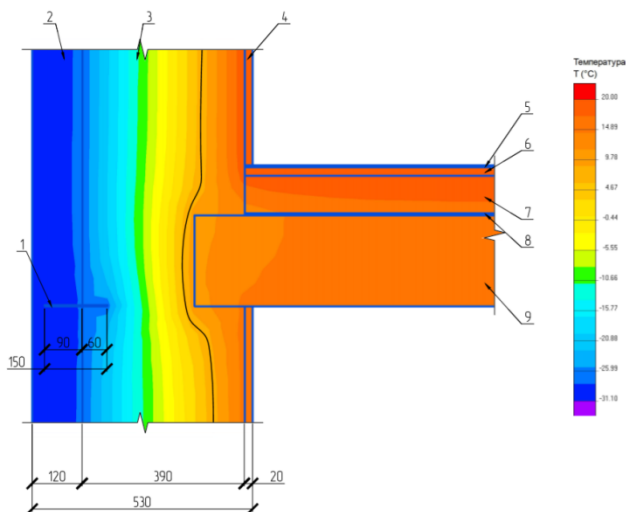


Рис. 2. Распределение температурных полей в узле сопряжения плиты перекрытия над подъездом и стены из керамзитобетонных блоков с теплопроводностью $0,2 \text{ Вт/(м}\cdot\text{°C)}$

В дальнейшем на основе полученного материала необходимо разработать систему, которая обеспечит необходимые характеристики в здании. Для этого предстоит выполнить следующие задачи:

- Корректировка состава керамзитобетонной смеси;
- Разработка оптимальных узлов сопряжения конструкций с элементами здания, на основе моделирования температурных полей;
- Разработка оптимальных геометрических параметров изделий;
- Развитие технологии производства энергоэффективных блоков;
- Разработка эффективной технологии монтажа конструкций с обеспечением максимальной эксплуатационной надежности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Баженов Ю.М. Технология бетона: Учеб. пособие для технол. спец. строит. вузов. 2-е изд., перераб. М.: Высш. шк., 1987. 415 с.
2. ГОСТ 30494-2011. Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях. М.: Стандартинформ, 2019.
3. СП 50.13330.2012 Тепловая защита зданий. Актуализированная редакция СНиП 23-02-2003. М.: Минрегион России, 2012.

РАЗРАБОТКА БЫСТРОВЗВОДИМЫХ СИСТЕМ ГАЗОУДАЛЕНИЯ ИЗ КРУПНОФОРМАТНЫХ КЕРАМЗИТОБЕТОННЫХ БЛОКОВ

Р.К. Броян, В.Б. Доброхотов

Научный руководитель – **В.Б. Доброхотов**, канд. хим. наук,
доцент

Ярославский государственный технический университет

Для вентиляционных блоков был подобран состав легкого конструкционного керамзитобетона. Блоки из этого бетона должны выдерживать повышенные температурные режимы для использования их в газоходах.

Ключевые слова: вентиляционные каналы, легкие бетонные блоки, повышенные температурные воздействия.

DEVELOPMENT OF RAPIDLY PRODUCED GAS REMOVAL SYSTEMS FROM LARGE-FORMAT CERAMZYE-CONCRETE BLOCKS

R.K. Broyan, V.B. Dobrokhotoy

Scientific Supervisor – **V.B. Dobrokhotoy**, Candidate
of Chemical Sciences, Associate Professor

Yaroslavl State Technical University

For ventilation blocks, the composition of lightweight expanded clay concrete was selected. Blocks of this concrete must withstand high temperature conditions for use in gas ducts.

Keywords: ventilation ducts, lightweight concrete blocks, high temperature effects.

Поддержание нужных параметров микроклимата в помещении невозможно без правильной организации воздухообмена. Для обеспечения и поддержки нормального микроклимата и температуры, в здании во всех помещениях необходимо устройство вентиляционной системы.

Вентиляционные каналы, как правило, нужно планировать еще на стадии проектирования здания. Один из самых надежных и распространенных способов создания таких каналов - это их выполнение в кирпичной кладке внутренних стен или перегородок. Другим вариантом является установка отдельных сборных металлических или бетонных каналов. В любом случае выбор материала для создания вентиляционного канала зависит от режима его работы. Задачей может быть как обеспечение микроклимата внутри здания (температура внутри вент канала не будет превышать 30 °С), так и эффективная и надежная работа нагревательного оборудования (температура внутри газохода будет 200-300 °С).

Для моделирования блоков вентиляционных каналов за основу было принято керамзитобетонные блоки. Они обладают малой плотностью, достаточно высокой прочностью и хорошими теплотехническими показателями. Был разработан состав керамзитобетонной смеси позволяющей добиться достаточно ровной поверхности с малыми допусками по отклонениям геометрических форм. Кроме этого были достигнуты необходимые характеристики по плотности и прочности, которые полностью соответствуют нашим требованиям. Однако не до конца изученными остались вопросы относительно выдержки готовых блоков в условиях повышенных температур (200-300 °С). Этот вопрос очень важен с точки зрения использования блоков в газоходах.

В ходе экспериментальной части данной работы, были выполнены серии образцов с различными сочетаниями компонентов. Подобранный состав смеси для керамзитобетона позволяет получить изделие с плотностью от 900 до 1450 кг/м³ и с прочностью на сжатие от 9 до 35 МПа. Такие составы могут служить основой для получения специализированных блоков для вентиляционных каналов различного назначения, а также и для различных температурных режимов.

По экспериментальным данным, для разработки систем газоудаления было смоделировано распределение температурных полей для разных условий эксплуатации. Данный расчет и их построение было выполнено в программном комплексе ELCUT 6.3. На рис. 1 и 2 представлено сравнение распределение температур в вентиляционных каналах с естественной тягой, температура в которых не превышает 30 °С, а также в газоходах, внутренняя температура которой варьируется в диапазоне 200-300 °С. Таким образом, при заданных условиях температуры на рисунке 1 представлено, равномерное распределение теплопроводности. Температура на лицевой части вентиляционного канала составляет 19 °С, в то время как на рисунке 2, температура превышает 30 °С. Кроме этого немаловажным фактором является вопрос, связанный с закладными деталями. На рис. 1 отображено равномерное распределение температур в диапазоне 21-22 °С с обеих сто-

рон закладных пластин, для анкерки между блоками. На рис. 2 представлено менее равномерное распределение температур в диапазоне от 90 до 100 °С.

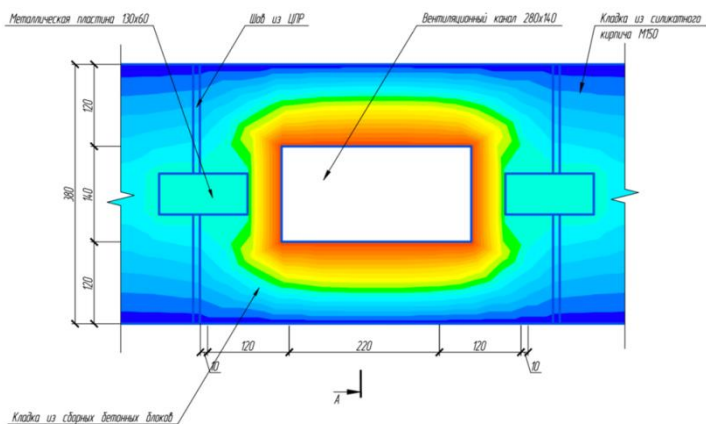


Рис. 1. Распределение температурных полей в вентиляционном канале с внутренней температурой 30 °С

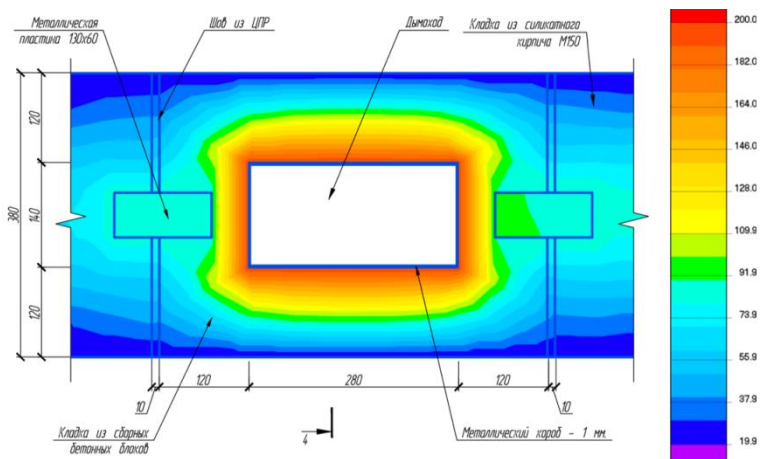


Рис. 2. Распределение температурных полей в вентиляционном канале с внутренней температурой 200 °С.

Исходя из этого можно предполагать необходимость учета действующих температурных напряжений при функционировании при повышенных температурах.

В местах примыкания блоков к кирпичной кладке, температура на рис. 1 составляет от 19 до 22 °С, а на рис. 2 - в диапазоне от 19 до 85 °С. Такие существенные перепады температур приводят к необходимости модификации бетонной смеси для изготовления блоков, а также разработки надежной конструктивной схемы монтажа готовых изделий.

В дальнейшем на основе полученного материала необходимо оценить все вышеуказанные вопросы и то, как будут воздействовать повышенные температуры на отдельные части конструкции и на эксплуатацию вентиляционного канала в целом.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 *Баженов Ю.М.* Технология бетона: Учеб. пособие для технол. спец. строит. вузов. 2-е изд., перераб. М.: Высш. шк., 1987. 415 с.
- 2 Легкие бетоны [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://kladembeton.ru/vidy/drugie/legkij-beton.html>, свободный.
- 3 Вентилиционные системы [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://www.alfaplan.ru/upload/information_system_24/6/9/0/item_6901/information_it_ems_property_3025.pdf, свободный.

ПРИМЕНЕНИЕ 3D-ПРИНТЕРОВ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

Е.А. Бойцова, Ю.А. Котов, Т.М. Скворцова

Научный руководитель – **М.А. Абрамов**, канд. техн. наук, доцент

Ярославский государственный технический университет

Рассматривается устройство и виды 3D-принтеров, принцип работы и их перспективы развития в строительстве.

Ключевые слова: 3D-принтер в строительстве.

APPLICATION OF 3D PRINTERS IN CONSTRUCTION

E.A. Boytsova, Yu.A. Kotov, T.M. Skvortsova

Scientific Supervisor – **M.A. Abramov**, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor

Yaroslavl State Technical University

We consider the device and types of 3D printers, the principle of operation and their prospects for development in construction.

Keywords: 3D printer in construction.

Строительные 3D-принтеры представляют собой инженерные устройства, создающие конструктивные элементы зданий, малые архитектурные формы или целые строения послойно, позволяя снизить материальные затраты и упростить комплекс строительных работ. Оборудование для 3D печати изменило представление о типовом и серийном производстве, позволяя создавать уникальные архитектурные формы [1] и возводить в короткие сроки недорогие жилые дома. Строительная 3D-печать на данный момент является одним из самых перспективных направлений в области возведения всевозможных сооружений.



Рис. 1. Мост в Шанхае, изготовленный с использованием 3d-печати. Китай

В зависимости от назначения и габаритов изготавливаемых объектов придерживаются разных концепций сборки оборудования для печати. Существуют два вида конструкций – в виде мостового крана и в виде стрелы-манипулятора [2].



Рис. 2. Виды конструкций 3D-принтера
(справа - конструкция 3D-принтера компании APIS COR,
слева - конструкция 3D-принтера ЗАО «СПЕЦАВИА»)

Основной частью принтера, помимо электронной, является стрела экструдера и управляющие ее эксцентрики,двигающиеся по платформе в заданном радиусе или по прямой. Раствор подается напрямую из бетономешалки, и через сопло послойно на рабочую поверхность.

Каждая компания разрабатывает свою рецептуру мелкозернистой смеси, соответствующей устройству принтера и его сопла, также специфике готовых изделий.

Принципы работы 3D-принтера:

1. Экструдирование послойным методом – через сопло машины давится вязкая смесь из бетона с добавками. Каждый последующий слой выдавливается поверх предыдущего, благодаря чему формируется определенная конструкция [3];

2. Селективное спекание – автомат плавит рабочую смесь (песок) с помощью сконцентрированного лазера или солнечного луча;

3. Напыление (компонентная склейка) – в сопле происходит смешивание песка и клейкого состава, и полученная смесь напыляется на поверхность. При этом способе из рабочего сопла выходит струя песка, которая тут же смешивается с клеящим составом, катализатором, образуя объем в программно-заданной точке. Методы спекания и напыления экологически безвредны, так как используется солнечная энергия.

4. Напыление бетонной смеси – способ заключается в напылении слоев мелкозернистого торкрет-бетона. Преимуществами этого способа являются использование сжатого воздуха, тем самым способствованию уплотнению самой бетонной смеси, надежное сцепление между поочередно образующимися слоями, а также высокая объемная плотность, более низкая пористость и возможность нанесения раствора под углом, тем самым уменьшая количество слепых зон.



Рис. 3. Послойный метод формирования конструкции



Рис. 4. Метод напыления бетонной смеси

Также стоит отметить удобство внедрения данного способа в промышленность, а именно в изготовлении строительных элементов с нетиповым архитектурным решением. Многообещающим подходом является технология 3D печати бетоном в сочетании с автоматизированным конвейерной системой производства.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Технологии 3D-печати в строительстве [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://scientifically.info/news/2014-05-28-2769>, свободный
2. Сообщество владельцев 3D – принтеров [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://3dtoday.ru>, свободный
3. Журнал бетонного завода BFT international – Concrete Plant + Precast Technology. 04.2019.

СЕКЦИЯ «УПРАВЛЕНИЕ КАЧЕСТВОМ»

УДК 658.3:331.1

РАЗРАБОТКА РЕКОМЕНДАЦИЙ И КРИТЕРИЕВ ОЦЕНКИ ДЛЯ СИСТЕМЫ МОТИВАЦИИ СТУДЕНЧЕСКОГО ЧЛЕНСТВА В ПРОФСОЮЗНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ НА ОСНОВЕ СТАНДАРТОВ В ОБЛАСТИ МЕНЕДЖМЕНТА КАЧЕСТВА

С.А. Архиреева, М.Е. Ильина

Научный руководитель – **М.Е. Ильина**, канд. техн. наук,
доцент

Рыбинский государственный авиационный технический университет
имени П.А. Соловьева

Рассматривается роль системы мотивации студенческого членства профсоюзной организации на повышение качества обучения в университете и развития личностных качеств самих студентов. Определены особенности, сформулированы рекомендации, задачи и критерии оценки системы мотивации студенческого членства в профсоюзной организации в техническом университете.

***Ключевые слова:** мотивация, воспитание, студенты, профсоюз, система менеджмента качества.*

DEVELOPMENT OF RECOMMENDATIONS AND EVALUATION CRITERIA FOR A MOTIVATION SYSTEM FOR STUDENT MEMBERSHIP IN A TRADE UNION BASED ON QUALITY MANAGEMENT STANDARDS

S.A. Arkhireeva, M.E. Ilyina

Scientific Supervisor – **M.E. Ilyina**, Candidate of Technical
Sciences, Associate Professor

P.A. Solovyov Rybinsk State Aviation Technical University

The role of the system of motivating student membership of a trade union organization to improve the quality of education at the university and the development of personal qualities of students themselves is considered. Features are defined, recommendations, tasks and criteria for evaluating the system of motivation for student membership in a trade union organization at a technical university are formulated.

Keywords: *motivation, education, students, trade union, quality management system.*

Студенческий профсоюз, права и положения которого гарантированы Конституцией и другими законодательными актами РФ, совместными усилиями его членов представляет, отстаивает и защищает профессиональные, социально-экономические и трудовые интересы и права обучающихся. Профсоюз выступает плацдармом для приобретения социальной зрелости, участие в социальной деятельности дает возможность осознать себя как личность, развить свои способности, осознать себя частью коллектива.

В системе менеджмента качества (СМК) университета воспитательный процесс является одним из основных процессов наряду с учебной деятельностью. Он также может выступать и в роли обеспечивающего и улучшающего качество учебного процесса. Задачей технического университета является выпуск высококвалифицированных работников, сформированных как личность, готовых к принятию ответственности за свои решения, обладающих лидерскими качествами, устойчивыми жизненными взглядами и активной социальной позицией в обществе. В таком случае сами студенты являются своеобразной «продукцией», неким результатом воздействия данного процесса. Именно это является показателем проведения полноценной воспитательной работы, что в свою очередь выступает важнейшим критерием в системе оценки менеджмента качества технического университета.

В настоящее время мотивация студенческого членства в профсоюзе – это главный стратегический ресурс развития профсоюзной организации. От численности и финансовой базы профсоюза зависят его авторитет и возможности по представительству и защите интересов студентов.

При составлении системы мотивационных мер, необходимо учитывать особенности личности молодого человека. С одной стороны, воздействовать на молодую личность легче, потому что она лишена стереотипов, подвержена влиянию и ищет опору на авторитет, активна, мобильна, энергична, приветствует изменения, склонна к поиску новых впечатлений, обладает высоким творческим восприятием жизни, склонна к коллективным формам проведения досуга. Однако вместе с тем существует и ряд сложностей: у молодой личности преобладает хаотичность мышления, фрагментарность осознания собственных действий, непоследовательность, подверженность отрицательному влиянию, низкое критическое восприятие, отсутствие достаточного жизненного опыта, поверхностность суждений, склонность к виртуальному общению.

Стоит отметить, что мотивация профсоюзного членства имеет отличия от системы мотивации персонала предприятия. Работники предприятия

тий получают заработную плату, которая выступает в роли сильного внешнего мотиватора. Студенты же не получают выплат, однако платят денежный профсоюзный взнос. Следовательно, в данном случае более целесообразно применять методы внутренней мотивации, основывающейся на самомотивации, самоактуализации и смысловых методиках.

Именно поэтому в мотивации профсоюзного членства используются следующие специфические средства стимулирования: правовая мотивация (защита и представительство студентов перед Администрацией университета, обеспечение «безопасного» процесса обучения), социально-психологическая мотивация (самореализация, получение дополнительного опыта и знаний, меры нематериальных поощрений, участие в профсоюзных мероприятиях и возможность занять некое наделенное определенной властью социальное положение в студенческой среде). Также профсоюз использует и материальные виды стимулирования: ходатайствует о социальной стипендии и материальной помощи для нуждающихся студентов перед Администрацией университета, оказывает посильную материальную поддержку членам профсоюза, оказавшимся в тяжелой жизненной ситуации, предоставляет экскурсионные путевки и возможность получения билетов в культурно-развлекательные заведения со скидкой).

Разработаны классификация задач и критерии оценки системы мотивации, которые позволяют реализовать комплексный современный подход к созданию и совершенствованию системы стимулирования профсоюзного студенческого членства (таблица 1). Данная классификация включает три уровня и основана на принципах и требованиях стандартов в области СМК.

Таблица 1. Задачи и критерии оценки системы мотивации профсоюзного членства студентов

Задачи системы мотивации	Критерии оценки системы
1	2
1-ый уровень – индивидуальный	
Наличие студенческого состава комитета профкома и его участие в профсоюзной деятельности	Количество членов профкома, членов комитета ППОС и профоргов; активность профсоюзной деятельности комитета
Лояльность профактива	Количественный и качественный состав профсоюзного актива, коэффициент студентов вступивших в профсоюз, и вышедших из него; отношение к профсоюзной деятельности

1	2
Компетентность профактива	Результаты обучения профактива профсоюза, мнения членов ППОС о деятельности профсоюза и профсоюзного актива, опыт профсоюзной работы, социальной деятельности и активности, опыт профсоюзной деятельности и др.
2-ой уровень – взаимодействия	
Осведомленность студентов о деятельности профсоюза	Результаты опросов студентов об осведомленности о принципах работы профсоюза и его деятельности
вовлеченность студентов и профактива в профсоюзную деятельность	Участие комитета и студентов-членов профсоюза в принятии решений, количество поступающих от студентов и комитета предложений по улучшению деятельности, участие в мероприятиях ППОС
корректный обмен информацией	Наличие и активность информационных площадок, информационная активность профоргов, наличие обратной связи
3-ий уровень – результативность	
соблюдение студентами необходимых профсоюзных требований, самоорганизация	Количество несоответствий требованиям деятельности ППОС, удовлетворенность членов профсоюза
активное участие студентов в профсоюзной жизни университета, самореализация	Активность членов профкома при внесении предложений по профсоюзной деятельности, присутствие, помощь в подготовке и участие в проводимых профкомом мероприятиях; результаты и отчетная деятельность за определенный период, перечень достигнутых целей и задач, количество и качество проведенных мероприятий
участие студентов в формировании эффективной деятельности профсоюза, самоактуализация	Показатели участия членов профсоюза в конференциях, семинарах, социальной жизни университета, взаимодействие с представителями других ППОС, участие в формировании базы знаний профсоюза, изучение и использование основных профсоюзных знаний и практик, участие в подготовке молодых членов профактива (наставничество)

Таким образом, предлагаемые задачи и критерии оценки системы мотивации профсоюзного членства студентов университета способствуют формированию у студентов личных качеств, которые соответствуют требованиям СМК предприятий и позволяют самореализоваться не только в работе, но и в других сферах жизни, в том числе общественной деятельности. В то же время такие личные качества могут способствовать большей активности выпускников университета на предприятиях при разработке и развитии систем менеджмента качества и повышении качества выпускаемой продукции, что даст экономический эффект.

Все перечисленное позволит университету в наиболее полной мере реализовать принцип ориентации на потребителей: работодателей, государство, общество и самих студентов.

УДК 658.7

ОСНОВНЫЕ ПРИЧИНЫ СРЫВОВ В ЦЕПЯХ ПОСТАВОК И ИХ ПРЕДОТВРАЩЕНИЕ

Е.С. Дудкина, Т.Н. Несиоловская

Научный руководитель – **Т.Н. Несиоловская**, д-р техн. наук,
профессор

Ярославский государственный технический университет

Статья посвящена изучению причин срывов в цепях поставок и разработке способов их предотвращения.

Ключевые слова: логистика, цепи поставок, срывы в цепях поставок, эффект хлыста.

MAIN REASONS FOR DISPOSALS IN SUPPLY CHAINS AND THEIR PREVENTION

E.S. Dudkina, T.N. Nesiolovskaya

Scientific Supervisor – **T.N. Nesiolovskaya**, Doctor of Technical
Sciences, Professor

Yaroslavl State Technical University

The article is devoted to studying the causes of disruptions in supply chains and developing ways to prevent them.

Keywords: logistics, supply chains, supply chain disruptions, bullwhip effect.

На сегодняшний день четкая и выверенная работа цепи поставок играет важную роль в деятельности любого коммерческого предприятия. Поскольку от работы цепи поставок зависит прогнозирование сбыта, объемы производства и запасов, то любой сбой в цепи может привести к снижению прибыли, росту издержек, потере важных клиентов. Таким образом, изучение основных причин срывов в цепях поставок и своевременное их предотвращение имеет решающее значение для деятельности современных предприятий.

Можно выделить следующие основные причины срывов в цепях поставок:

1. Ошибки прогнозирования. Компания формирует план своих заказов, как правило, по данным прошлого года. Однако статистические приемы обработки данных экстраполируют данные восходящих и нисходящих трендов несколько дальше, за реальные предельные точки подъемов и спадов.

2. Увеличение размеров минимальных партий поставок. Заказы клиентов чаще всего формируются по норме загрузки транспортного средства. Чем больше размер такого заказа и соответственно реже делается заказ, тем больше степень его отклонения.

3. Снижение цен и промо-акции. В периоды акций клиенты могут формировать значительные запасы, поэтому после окончания акций наступает спад заказов, так как клиенты начинают расходовать свои запасы, сделанные в период снижения цен. Такая политика искусственно «раскачивает качели» спроса и увеличивает расхождение с фактической потребностью.

4. Квотирование объемов исполнения заказов. Дистрибьюторы в условиях дефицита предложения часто завышают объем заказа в ответ на политику квотирования. Негативной стороной такого подхода является значительное искажение реальной картины спроса.

5. Период доставки заказа. Чем выше период доставки товара, тем выше неопределенность с выполнением заказа и величина страхового запаса, генерируемого потребителем. В результате, при расчете точки перезаказа и уровня страхового запаса происходит увеличение уровня отклонения от реальной картины спроса в каждом звене цепочки поставок [1].

Вышеперечисленные причины приводят к существенным отклонениям прогнозных значений от фактических. Одной из основных проблем, возникающих при прогнозировании, являются колебания спроса. Зачастую специалисты упускают из вида тот факт, что подобные колебания могут иметь как естественную, так и искусственную природу, и, как следствие, поддаваться коррекции. Так, если каждый участник цепи поставок рассматривается как независимый игрок, самостоятельно осуществляющий планирование и управление запасами, возникает несогласованность действий и недостаточная информированность на всех участках цепи. Эти и некоторые другие факторы приводят к возникновению так называемого эффекта «хлыста». Этот эффект представляет собой ситуацию, когда при незначительном изменении спроса конечного потребителя возникают значительные отклонения в планах других участников цепи и колебания спроса возрастают при движении вверх по цепи поставок. Эффект «хлыста» нарушает бесперебойное движение материальных и информационных потоков по цепи поставок, вызывая риск невыполнения заказа конечного потребителя [2].

Таким образом, производитель получает заказ, значительно отличающийся от спроса на его продукцию в розничном магазине. Если же цепь состоит из большого количества звеньев и включает посредников, то спрос в самом удаленном от конечного потребителя звене может отличаться в разы от заявленного потребителем [2].

Поскольку именно понимание первопричин позволяет эффективно бороться с последствиями, перейдем к рассмотрению мер, способствующих сглаживанию негативных проявлений этого эффекта. Теоретически, эффект «хлыста» не проявляется, если размер поставок в точности повторяет размер спроса. Очевидно, что на практике подобное решение реализовать невозможно, но можно максимально к нему приблизиться. Для этого компании внедряют стратегии так называемого «тянущего» производства. Одной из таких стратегий является Канбан, широко используемый на предприятиях машиностроительной отрасли. Тянущее производство гибко реагирует на спрос клиента, позволяя снижать уровень запасов и связанные с этим затраты. Такая система подразумевает открытость информации о спросе конечного потребителя.

Наиболее часто упоминаемым в научной литературе подходом, способствующим сглаживанию эффекта «хлыста», является получение информации о спросе конечного потребителя всеми звеньями цепи поставок. Централизация информации о спросе конечного потребителя может значительно уменьшить колебания размера заказа в цепи поставок. Популярным средством для достижения этой цели является трансляция информации с мест продажи (point-of-sale, POS). Эта технология предполагает отправку информации о спросе на товар из розничной точки на распределительный склад или напрямую поставщику.

Еще одной информационной технологией, способствующей уменьшению негативных проявлений эффекта «хлыста», является электронный документооборот (Electronic Data Interchange, EDI), который облегчает процесс передачи информации и способствует сокращению цикла выполнения заказа.

Для сглаживания эффекта «хлыста» в цепи поставок предлагается минимизировать количество посредников в цепи. Так, многие производители предпочитают напрямую выходить на потребительский рынок, организовав Интернет-магазины. Такой подход позволяет напрямую получать всю информацию о спросе от клиентов.

Другой вариант использования возможностей информационной интеграции – работа по технологии VMI (Vendors Managed Inventory), когда продавец самостоятельно управляет запасами своего клиента. Преимущества такого подхода налицо, так как он устраняет саму основу эффекта «хлыста». Однако реализация подобной технологии требует от компаний

не только серьезных финансовых вложений, но и высокой степени информационной интеграции [2].

Таким образом, эффект «хлыста», возникающий вследствие множественного искажения информации о спросе, приводит к таким явлениям как перепроизводство, сверхзапасы, завышение стоимости конечного продукта, увеличение цикла выполнения заказа, рост недоверия среди контрагентов в цепи поставок, снижение уровня обслуживания клиента. Эти явления оказывают негативное воздействие на деятельность предприятия. По этой причине, нельзя игнорировать необходимость своевременного принятия мер по сглаживанию эффекта «хлыста», тем самым предотвращая возможные срывы в цепях поставок.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Крылатков М.А.* Управление цепью поставок (SCM): учеб. пособие / П.П. Крылатков, М.А. Прилуцкая. Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2018. 140 с.
2. *Лукинский В.С.* Логистика и управление цепями поставок: учебник и практикум для СПО / В.С. Лукинский, В.В. Лукинский, Н.Г. Плетнева. М.: Издательство Юрайт, 2018. 359 с.

ИЗМЕНЕНИЕ ТРЕБОВАНИЙ К СИСТЕМАМ МЕНЕДЖМЕНТА БЕЗОПАСНОСТИ ПИЩЕВОЙ ПРОДУКЦИИ

У.М. Кабанова, С.Е. Степина, А.С. Ермишин

Научный руководитель – **А.С. Ермишин**, старший преподаватель

Ярославский государственный технический университет

Рассматриваются вопросы, связанные с изменением требований к системам менеджмента безопасности пищевой продукции.

***Ключевые слова:** система менеджмента безопасности пищевой продукции, системы менеджмента качества, требования, отличия, HACCP.*

CHANGING REQUIREMENTS FOR FOOD SAFETY MANAGEMENT SYSTEMS

U.M. Kabanova, S.E. Stepina, A.S. Ermishin

Scientific Supervisor – **A.S. Ermishin**, Senior Lecturer

Yaroslavl State Technical University

Issues related to changing requirements for food safety management systems are considered.

***Keywords:** food safety management systems, quality management systems, requirements, differences, HACCP.*

Система менеджмента безопасности пищевой продукции (СМБПП) – это система для разработки, реализации и улучшения деятельности по руководству и управлению предприятием для обеспечения безопасности пищевой продукции, включающая системный менеджмент, быстрый обмен информацией, программу обязательных подготовительных мероприятий, принципы HACCP.

Появление опасностей пищевых продуктов возможно на любой стадии процесса создания пищевой продукции, поэтому важен адекватный контроль на всех его этапах [1].

Внедрение системы менеджмента безопасности пищевой продукции для предприятий пищевой промышленности подразумевает необходимость постоянного осуществления контроля над безопасностью и качеством производимых пищевых продуктов организациями-производителями, посредниками и поставщиками. Следовательно, вопрос изменения требований к СМБПП является актуальным, так как организациям, участвующим в цепи создания пищевой продукции, необходимо постоянно обеспечивать надлежащее качество производимой продукции.

Требования к СМБПП устанавливает стандарт ГОСТ Р ИСО 22000-2019 «Системы менеджмента безопасности пищевой продукции. Требования к организациям, участвующим в цепи создания пищевой продукции» [1], который заменил предыдущую версию 2007 года.

Действие стандарта ГОСТ Р ИСО 22000-2019 распространяется на все организации, которые задействованы в производстве и реализации пищевой продукции. Его положения обязательны для следующих категорий организаций:

1. Производителей ингредиентов для пищевой продукции.
2. Предприятий пищевой продукции.
3. Компаний, оказывающих транспортные услуги к месту реализации или потребления пищевой продукции или услуги по ее хранению.
4. Предприятий оптовой или розничной торговли пищевой продукцией.
5. Предприятий общественного питания.
6. Компаний, оказывающих услуги по уборке и санитарной обработке цехов, помещений, используемых для производства, хранения, потребления или реализации пищевой продукции.
7. Производителей дезинфицирующих и антибактериальных средств, использующихся при санитарной обработке помещений.
8. Производителей упаковки, тары и любых других материалов, имеющих контакт с пищевыми продуктами.
9. Производителей кормов для животных.
10. Растениеводческих предприятий.
11. Производителей животных, которые необходимы для изготовления пищевой продукции.

ГОСТ Р ИСО 22000-2019 – это нормативный документ, который включает в себя принципы концепции, предусматривающей систематическую идентификацию, оценку, контроль и управление опасными факторами, существенно влияющими на безопасность продукции (НАССР) и задающей структуру системы безопасности пищевых продуктов. Поэтому фактически ГОСТ Р ИСО 22000-2019 является руководством к действию для предприятия, производящего пищевую продукцию.

ГОСТ Р ИСО 22000-2019 имеет такую же структуру как у ГОСТ Р ИСО 9001-2015 [2] и ГОСТ Р ИСО 14001-2016 [3], поэтому его легче интегрировать с системами менеджмента качества и экологического менеджмента.

Новый стандарт требует систематического определения и мониторинга внешнего и внутреннего контекста, четкого понимания потребностей всех заинтересованных сторон.

В документе усилен акцент на функции руководства.

Менеджмент риска теперь требует, чтобы компании определяли риски, которые могут повлиять (положительно или отрицательно) на способность системы менеджмента достигать намеченных результатов, а также принимали меры управления рисками.

Усиленное внимание сфокусировано на цели, как движущем факторе для улучшений. Это отражено в изменениях оценки результатов функционирования.

Расширены требования, относящиеся к коммуникациям – информирование и обмен данными между персоналом, занятым в производстве.

Снизилась нагрузка на Руководство по пищевой безопасности. Все еще требуется иметь документированную информацию, которой нужно управлять, чтобы гарантировать ее адекватность. Необязательными стали документированные процедуры.

Цикл PDCA применяется двойным образом в виде отдельных циклов, работающих вместе: один покрывает систему менеджмента, а другой покрывает принципы НАССР.

Область применения теперь в явном виде включает корма для животных. Разделены корма для продуктивных и непродуктивных животных.

Стандарт четко требует, чтобы руководство способствовало пониманию сотрудниками политики пищевой безопасности.

Управление поставляемыми извне процессами, продуктами или услугами вводит потребность управлять поставщиками процессов, продукции и услуг (включая аутсорсинговые процессы) и гарантировать надлежащую коммуникацию требований.

Таким образом, ГОСТ Р ИСО 22000-2019 позволяет всем организациям, задействованным в процессе изготовления пищевой продукции, разработать, внедрить, отрегулировать и проконтролировать такой механизм обеспечения безопасности продукции, который полностью удовлетворит потребителя. Также стандарт предполагает выявление рисков, их устранение или минимизацию. ГОСТ Р ИСО 22000-2019 может быть использован любым по размерам и структуре предприятием.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ГОСТ Р ИСО 22000-2019 Системы менеджмента безопасности пищевой

- продукции. Требования к организациям, участвующим в цепи создания пищевой продукции. Введ. 2020-01-01. М.: Стандартиформ, 2019. 42 с.
2. ГОСТ Р ИСО 9001-2015 Системы менеджмента качества. Требования. Введ. 2015-11-01. М.: Стандартиформ, 2018. 32 с.
3. ГОСТ Р ИСО 14001-2016 Системы экологического менеджмента. Требования и руководство по применению. Введ. 2017-03-01. М.: Стандартиформ, 2018. 39 с.

ПРИМЕНЕНИЕ РИСК-ОРИЕНТИРОВАННОГО ПОДХОДА ДЛЯ ОРГАНОВ ПО СЕРТИФИКАЦИИ

А.Н. Калишаускайте, Е.М. Шастина

Научный руководитель – **Е.М. Шастина**, старший преподаватель

Ярославский государственный технический университет

Рассматриваются вопросы, связанные с определением понятия риск-ориентированного подхода и применения его для органов по сертификации систем менеджмента.

***Ключевые слова:** орган по сертификации систем менеджмента, риск-ориентированный подход, риски, управление рисками.*

APPLICATION OF RISK-ORIENTED THINKING FOR AUTHORITIES FOR CERTIFICATION OF MANAGEMENT SYSTEMS

A.N. Kalishauskaite, E.M. Shastina

Scientific Supervisor – **E.M. Shastina**, Senior Lecturer

Yaroslavl State Technical University

Issues related to the definition of the concept of risk-based thinking and its application to certification bodies of management systems are considered.

***Keywords:** certification body for management systems, risk-oriented thinking, risk, risk management.*

Вопрос рисков в сфере деятельности органов по сертификации систем менеджмента (СМ) в Российской Федерации является весьма актуальным с введением в действие национальных стандартов ГОСТ Р ИСО 17021-1-2017 «Оценка соответствия. Требования к органам, проводящим аудит и сертификацию систем менеджмента» и ГОСТ Р ИСО 9001-2015 «Системы менеджмента качества. Требования», в которых одним из основных требований к деятельности предприятий является подход, основанный на рисках [1, 2].

Для каждого предприятия риск-ориентированный подход позволяет определять показатели, которые способны привести к невыполнению установленных целей процессов и системы менеджмента в целом, а

также предоставляет возможность применять предупреждающие действия в целях устранения или минимизации негативного влияния на деятельность предприятия и максимального применения возникающих потенциальных возможностей [2].

Согласно ГОСТ Р ИСО 31000-2019 «Менеджмент риска. Принципы и руководство», риском является результат влияния неопределенности на достижение поставленных целей, т.е. следствие возможного события [3]. Таким образом, риски представляют собой любые события, которые могут произойти внутри и вне организации и повлиять на её деятельность.

Само понятие управление рисками подразумевает собой процесс, связанный с идентификацией, анализом рисков и принятием решений, с целью максимизации положительных и минимизации отрицательных исходов наступления рисков, при этом некоторые непрогнозируемые риски в результате могут оказаться серьезной проблемой для предприятия [4].

Применяя риск-ориентированный подход, необходимо учитывать всевозможные риски, связанные с каждой из заинтересованных сторон организации.

Используя такие методы, как SWOT-анализ, мозговой штурм, метод Дельфи, в качестве рисков органа по сертификации систем менеджмента можно выделить следующие показатели:

- невыполнение целей аудита;
- несоблюдение области аккредитации;
- неэффективная выборочная проверка в процессе аудита;
- отсутствие заявок на проведение аудита;
- ошибки при заключении договоров;
- несоблюдение процедур подтверждения соответствия;
- финансовый риск (отсутствие денежных ресурсов, невыплата дебиторской задолженности);
- увольнение сотрудников;
- недостаточная компетентность персонала;
- заболевание члена команды аудиторов;
- нарушение конфиденциальности;
- выбранные критерии не способны обеспечить достижения целей программы аудитов;
- нарушение сроков проведения аудита;
- возникновение существенных, негативных мнений об организации;
- нарушение периодичности инспекционного контроля;
- потеря данных;

– изменение требований в законодательстве и нормативно-технической документации.

В своей деятельности органы по сертификации СМ сталкиваются с совокупностью различных видов риска, которые различаются по месту и времени возникновения, связаны между собой и оказывают влияние на деятельность органа, при этом изменение одного вида риска способно вызывать изменение большинства остальных. Поэтому важно не только проводить идентификацию рисков, но и систематизировать их, проводить анализ и определять степень их влияния на достижение основной цели деятельности органа по сертификации СМ.

Основной закон Эдварда А. Мэрфи гласит: «Если какая-нибудь неприятность может произойти, она случается», а следствие из этого закона гласит: «Из всех неприятностей произойдет именно та, ущерб от которой больше» [5].

Решение проблемы сведения к минимуму возможных рисков должно являться одной из основных задач органов по сертификации СМ.

Стандарты ИСО серии 9000 не дают четких указаний, как именно применять риск-ориентированный подход, их требования к реализации подхода сосредоточены на включении оценки вероятных событий в процесс принятия решений [2].

В целях реализации требований стандартов органам по сертификации следует разработать методику по управлению рисками, включающую работы по идентификации и анализу риска, а именно:

- определение контекста управления рисками;
- проведение оценки рисков (включая идентификацию, анализ и оценивание);
- проведение обработки рисков;
- проведение мониторинга и анализа рисков;
- обмен информацией и консультации на всех этапах работ.

Таким образом, комплексное управление рисками дает возможность детальнее учитывать внутренние и внешние факторы риска в деятельности органа по сертификации СМ, определяет возможности для укрепления устойчивого положения организации, ее способности противостоять неблагоприятным ситуациям.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ГОСТ Р ИСО 17021-1-2017 Оценка соответствия. Требования к органам, проводящим аудит и сертификацию систем менеджмента. Часть 1. Требования. Введ. 2017-07-04. М.: ФГУП «Стандартинформ», 2017. 52 с.
2. ГОСТ Р ИСО 9000-2015 Системы менеджмента качества. Основные положения и словарь. Введ. 2015-11-01. М.: ФГУП «Стандартинформ», 2015. 52 с.

3. ГОСТ Р ИСО 31000-2019 Менеджмент риска. Принципы и руководство. Введ. 2020-03-01. М.: ФГУП «Стандартинформ», 2020. 19 с.
4. *Ермасова Н.Б.* Риск-менеджмент организации / Н.Б. Ермасова. М.: Дашков и Ко, 2013. 380 с.
5. *Блох А.* Закон Мерфи. Минск: Попурри, 2005. 224 с.

НЕРИТМИЧНОСТЬ ПРЕДЪЯВЛЕНИЯ ПРОДУКЦИИ НА КОНТРОЛЬ КАК ВАЖНЫЙ ФАКТОР ДОПОЛНИТЕЛЬНЫХ ПОТЕРЬ НА ПРОИЗВОДСТВЕ

К.И. Котова, Э.В. Киселев

Научный руководитель – **Э.В. Киселев**, д-р техн. наук,
профессор

Рыбинский государственный авиационный технический университет
имени П.А. Соловьева

Рассматриваются семь видов потерь на производстве, как факторы, влияющие на показатель качества производственного процесса – ритмичность предъявления продукции на контроль. Определено влияние неритмичности предъявления продукции на появление восьмого вида потерь – дефекты и переделка в производстве.

Ключевые слова: ритмичность, потери, фактор, дефект, мури, бережливое производство, процесс предъявления на контроль.

IRREGULAR PRESENTATION OF PRODUCTS FOR CONTROL AS AN IMPORTANT FACTOR OF ADDITIONAL LOSSES IN PRODUCTION

K.I. Kotova, E.V. Kiselev

Scientific Supervisor – **E.V. Kiselev**, Doctor of Technical
Sciences, Professor

P.A. Solovyov Rybinsk State Aviation Technical University

Seven types of production losses are considered as factors that affect the quality indicator of the production process – the rhythm of product presentation for control. The influence of non – rhythmic presentation of products on the appearance of the eighth type of loss - defects and alteration in production.

Keywords: rhythm, losses, factor, defect, Muri, lean production, submission process for control.

Равномерное предъявление продукции на контроль в соответствии

с графиком в объёме, предусмотренном планом, называется ритмичностью.

Нарушение ритмичности предъявления продукции на контроль снижает качественные и экономические показатели: увеличивается количество бракованной продукции, объем незавершенного производства и сверхплановые остатки готовой продукции на складах, замедляется оборачиваемость капитала, невыполняются поставки по договорам, платится неустойка за несвоевременную отгрузку. Это ведет к удорожанию себестоимости продукции, уменьшению суммы прибыли, ухудшению финансового состояния предприятия.

Рассматривая последствия неритмичности, руководство должно направить усилия на предупреждение следующих нежелательных факторов:

1. Избыточное производство изделий, большие запасы материалов приводят к необходимости их транспортировки, ожиданию и поиску продукции и материалов на складах, невозможности быстрой переналадки.

2. Нерациональное размещение оборудования, большое расстояние между производственными участками и, как следствие – лишние затраты времени на транспортировку.

3. Неэффективно организованные рабочие места, лишние передвижения работников в течение рабочей смены.

4. Простои по причине отсутствия материалов, информации, поломки станков или недоступности работников.

5. Отсутствие стандарта у рабочего, несовершенство технологий, производство продукции или оказания услуги с теми качествами, которые потребитель не требует, приводят к излишней обработке.

6. Неэффективно выстроенная система мотивации, конкуренция среди персонала, излишний контроль со стороны руководства, отсутствие мотивации за проявление инициативы.

Все выше перечисленные факторы, влияющие на ритмичность предъявления продукции на контроль, – это те же самые семь видов потерь, которые являются врагами бережливого производства.

Факторы потерь в бережливом производстве, влияющие на ритмичность производства, и способы их устранения с помощью инструментов бережливого производства представлены в табл. 1.

Неравномерный темп работы по выполнению операций контроля продукции, колеблющийся график работ, заставляющий контролеров сначала спешить, а затем ждать – это так называемый термин, характеризующий потери в бережливом производстве, – мури.

Перегрузка (мури), появляющаяся в результате выполнении операций с большей скоростью и большими усилиями длительное время приво-

дит к утомлению контролеров, снижению внимания, нарушению технологий и, как следствие, появлению восьмого вида потерь в бережливом производстве – дефекты и переделка.

Таблица 1. Факторы неритмичности производства и их устранение

Вид потерь	Фактор потерь	Влияние на ритмичность предъявления продукции на контроль	Инструменты бережливого производства для устранения
Перепроизводство	большие партии; невозможность быстрой переналадки; упреждающее производство; избыточное оборудование, нестабильное качество.	необоснованная загрузка рабочих и контролеров, сверхурочные работы	вытягивающая система поставок; выравнивание загрузки производственных линий.
Избыточные запасы	длительная переналадка; выпуск продукции большими партиями; несовершенство системы планирования производства и поставки материалов.	увеличение количества контрольных операций утомляемость рабочих и контролеров потеря времени на поиск деталей и оформление документов	вытягивающая система производства; выравнивание производства; сокращение размера партии; улучшение системы планирования.
Транспортировка	нерациональное размещение оборудования; большое расстояние между производственными участками; неэффективно организованный производственный поток; отдаленность складских помещений.	простои в работе контролеров или штурмовщина	оптимизация расположения оборудования; оптимизация производственных участков; оптимизация расположения складов.

Перемещение	<ul style="list-style-type: none"> – нерациональная организация рабочего пространства; – нерациональное расположение оборудования и тары; – несогласование операций; – отсутствие стандартизованных процессов. 	<ul style="list-style-type: none"> – утомляемость персонала – увеличенный расход времени на выполнение операции 	<ul style="list-style-type: none"> – оптимизация производственного процесса; – повышение квалификации персонала; – оптимизация распределения оборудования; – эффективно организованные рабочие места.
Ожидание	<ul style="list-style-type: none"> – несбалансированность производственных процессов; – несовершенство планирования; – производство продукции большими партиями. 	<ul style="list-style-type: none"> простои в работе контролеров или штурмовщина 	<ul style="list-style-type: none"> – выравнивание производственных процессов; – оптимизация расположения оборудования; – сокращение времени на переналадку.
Излишняя обработка	<ul style="list-style-type: none"> – отсутствие стандарта; – отсутствие понимания, чего хочет потребитель; – несовершенство технологий. 	<ul style="list-style-type: none"> дополнительные затраты времени на доработку и на контроль 	<ul style="list-style-type: none"> – стандартизация; – тщательное изучение требований потребителя.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Киселев Э.В.* Достижение высокого уровня ритмичности в условиях вытягивающего производства / Э.В. Киселев, К.И. Котова // Качество в производственных и социально-экономических системах: сборник научных трудов 6-й Международной научно-технической конференции (20 апреля 2018 года); редкол.: Павлов Е.В. (отв. ред.); Юго-Зап. гос. ун-т. В 2 томах. Том 1. Курск: Юго-Зап. гос. ун-т, 2019. 327 с.
2. *Киселев Э.В.* Внедрение автоматизированной системы планирования производства для обеспечения ритмичности процесса ремонта деталей / Э.В. Киселев, К.И. Котова // Современные проблемы теории машин: Научно-образовательный журнал. Новокузнецк: НИЦ МС, 2019. № 8. 100 с.

**РАЗРАБОТКА МЕРОПРИЯТИЙ
ПО СОВЕРШЕНСТВОВАНИЮ СИСТЕМЫ РЕШЕНИЯ
ПРОБЛЕМ КАЧЕСТВА НА АО «ЯЗДА»**

С.А. Куракова, И.В. Иванова

Научный руководитель – **И.В. Иванова**, канд. техн. наук,
доцент

Рыбинский государственный авиационный технический университет
имени П.А. Соловьева

В статье рассматривается вопрос выбора методов и средств управления качеством для оптимизации технологических процессов.

Ключевые слова: качество продукции, методы менеджмента качества, метод решения проблем «одна за одной».

**DEVELOPMENT OF MEASURES TO IMPROVE THE
SYSTEM OF SOLVING QUALITY PROBLEMS
AT JSC «YAZDA»**

S.A. Kurakova, I.V. Ivanova

Scientific Supervisor – **I.V. Ivanova**, Candidate of Technical
Sciences, Associate Professor

P.A. Solovyov Rybinsk State Aviation Technical University

The paper examines the choice of quality management methods and tools for optimizing technological processes.

Keywords: product quality, quality management methods, method of solving problems «one by one».

Проблема качества в современных условиях актуальна для любого предприятия, поскольку качество продукции во многом определяет уровень конкурентоспособности самой организации. Конкурентоспособность заключается в возможности обеспечить необходимый уровень качества и при этом наделить продукцию новыми свойствами. Качество начинается с

исследования потребностей. Это самый важный этап жизненного цикла любого товара, именно на нем формируется то, каким будет товар, формируется образ, определяются общие характеристики. Работа по управлению качеством продукции является важнейшим видом деятельности для всего персонала, от высшего руководства до исполнителя [1].

Проблема качества для организаций имеет перманентный характер. Качество на данный момент воспринимается как задача, от выполнения которой будет зависеть стабильность любого предприятия. Качество – важнейший показатель деятельности предприятия. Но не стоит забывать, что качество – это не только угодить потребителю, но и придерживаться технических условий (ТУ), так как без них не может быть осуществлена сертификация продукции.

Разнообразие методов и средств управления качеством затрудняет выбор их для практического применения. Большинство предприятий активно применяют инструменты менеджмента качества и концепцию бережливого производства. Основная идея состоит в постоянном стремлении исключить любые виды издержек. Бережливое производство – это концепция, предполагающая вовлечение в оптимизации каждого сотрудника. Такой принцип направлен на максимальное ориентирование в сторону потребителя [2, 3].

Одним из методов бережливого производства является система 5S и система улучшения производственного процесса, основными целями которой являются снижение потерь, организация рабочего места и повышение производительности труда на предприятии. Система 5S – первый метод бережливого производства, который применяют организации, для того чтобы облегчить внедрение других методов бережливого производства, оптимизирующих организацию рабочих процессов и технологические процессы [3].

Объект исследования в рамках данной работы выступает АО «Ярославский завод дизельной аппаратуры», являющийся ведущим поставщиком продукции практически для всех крупных производителей дизельных двигателей Российской Федерации и стран СНГ – «Автодизель», «КАМАЗ», и другие. Продукция предприятия – это топливные насосы высокого давления, форсунки, распылители и запасные части к ним.

Среди показателей качества особое место занимают показатели дефектности, которые характеризуют виды и число дефектов – отклонений фактических значений показателей качества от нормативных. Потребители не хотят получать продукцию с браком, а если такое случается, то требуют выяснить причины и устранить их.

На предприятии АО «Ярославский завод дизельной аппаратуры» внедрены и действуют такие методы качества, как бережливое производ-

ство, метод шести сигм, контрольный лист и диаграмма Парето. Эти инструменты качества позволили АО «ЯЗДА» решить ряд важных вопросов в организации производства. Но есть ряд проблем, которые необходимо решать немедленно: утечка топлива из-под уплотнительных колец, биение при обработке и другие, которые указывают на потребность в дальнейшем совершенствовании системы решения проблем качества. Поэтому предлагается внедрить новый метод – метод решения проблем «одна за одной». Метод решения проблем «одна за одной» направлена на выявление первопричины несоответствий через экспериментальную проверку гипотез.

Основными преимуществами применения метода решения проблем «одна за одной» для предприятия будет быстрое и эффективное решение проблем непосредственно на конкретном рабочем месте производственной площадки, повышение персональной ответственности и возможность увидеть влияние одной проблемы на другую.

Используя данную методику «одна за одной» определяется коренная причина проблемы, путем рассмотрения и проверки различных гипотез. Благодаря коллективному взгляду на проблему и анализу ситуации оценивается со всех сторон. Системный подход позволяет с минимальными затратами сосредоточится на решении проблем.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Альшин В.М.* Проектный подход к реализации концепции устойчивого развития в компании / В.М. Альшин, Е.С. Глазовская, Е.Ю. Перцева. М.: Инфра-М, 2015. 268 с.
2. *Баттрик Р.* Техника принятия эффективных управленческих решений / Пер. с англ.; под ред. В.Н. Фунтова; 2-е изд. СПб.: Питер, 2006. 416 с.
3. *Кандалицев В.Г.* Сбалансированное управление предприятием / В.Г. Кандалицев. М.: КНОРУС, 2010. 224 с.

ПРЕДПОСЫЛКИ ВНЕДРЕНИЯ ЦИФРОВОГО КОМПЕТЕНТНОСТНОГО ПРОФИЛЯ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНУЮ ОРГАНИЗАЦИЮ

К.Г. Мечёва, В.В. Кочерова

Научный руководитель – **В.В. Кочерова**, старший
преподаватель

Ярославский государственный технический университет

В данной работе рассматриваются предпосылки внедрения цифрового компетентностного профиля в образовательную организацию.

***Ключевые слова:** компетентностный подход, традиционный подход, образование, компетентностный профиль.*

BACKGROUND INTRODUCTION OF THE DIGITAL COMPETENCE PROFILE IN THE EDUCATIONAL ORGANIZATION

K.G. Mecheva, V.V. Kocherova

Scientific Supervisor – **V.V. Kocherova**, Senior Lecturer

Yaroslavl State Technical University

This work discusses the prerequisites for introducing a digital competency profile in an educational organization.

***Keywords:** competency-based approach, traditional approach, education, competency profile.*

Традиционно целями образования являются получение умений, знаний, которыми должен и будет обладать выпускник образовательной организации.

В связи с постоянно меняющимися условиями рынка, такой подход стал неэффективен. Работодателям стали нужны выпускники, которые бу-

дуют готовы к быстрому включению в дальнейшую жизнедеятельность организации и способны решать встающие перед ними профессиональные проблемы. А это напрямую зависит от полученных ими знаний и умений, а также дополнительных качества, для обозначения которых был введен термин «компетенция» [1].

«Компетенция» в переводе с латинского «competentia» означает круг вопросов, в которых человек хорошо осведомлен, обладает познаниями и опытом.

Переход к компетентностному подходу обусловлен:

- ускорением темпов развития социума;
- новыми требованиями к выпускникам на рынке труда;
- развитием процессов информатизации [2].

Процесс приобретения компетенций на примере ФГОС ВО «ЯГТУ» представлен на рис. 1.

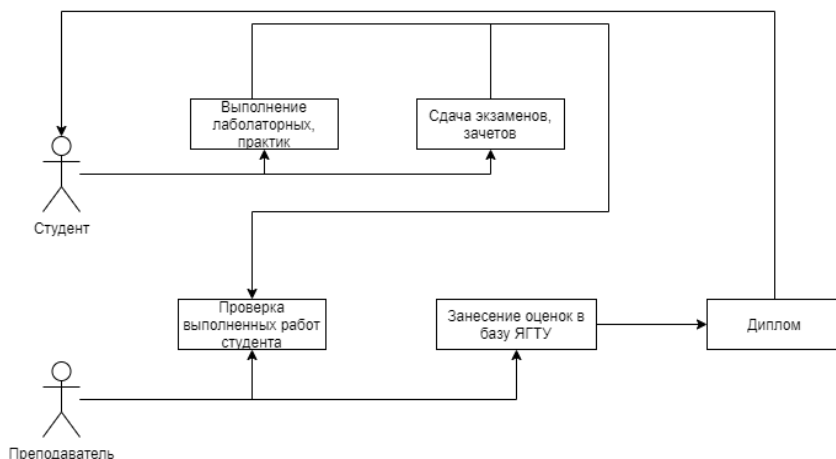


Рис. 1. Процесс приобретения компетенций на примере ФГБОУ ВО «ЯГТУ»

Проанализировав схему процесса приобретения компетенций, можно увидеть, что отсутствует информированность заинтересованных сторон в приобретаемых студентом компетенциях.

Для устранения этих недостатков можно использовать компетентностный профиль «Университета 20.35».

Цифровой компетентностный профиль отражает компетенции, которые получены студентами во время изучения определенной дисциплины

или группы дисциплин. Компетентный профиль в «Университете 20.35» выглядит в виде круга (рис. 2).

Круг разбит на секторы. Секторы – это предметные области: экономика, личная эффективность, сквозные технологии и т.д. Каждый сектор разбит на подсекторы, которые означают уровень изучения той или иной компетентности. Всего выделено три уровня изучения.

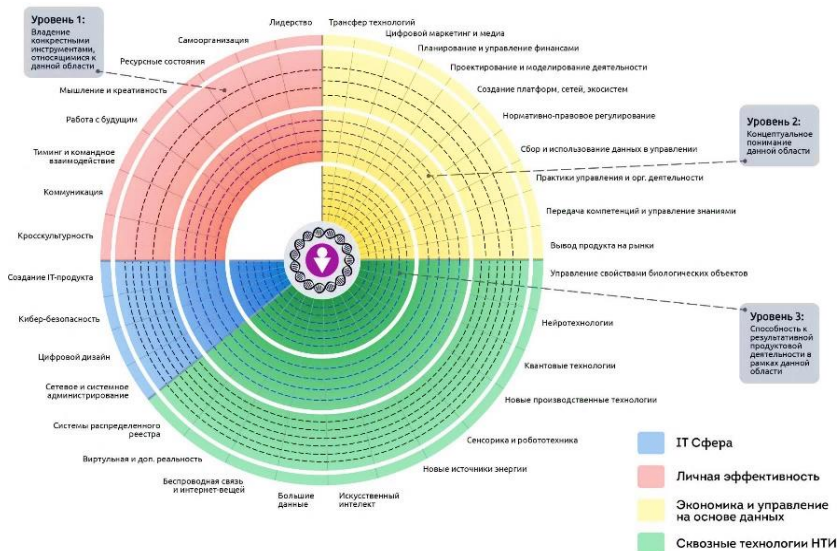


Рис. 2. Компетентный профиль

Первый уровень – это уровень владения конкретными инструментами в предметной области. Уровень разбит на подуровни, которые идут от знания инструмента и до применения этого инструмента самостоятельно.

Второй уровень показывает концептуальное понимание области от терминологии студента до способности передавать знания другим людям и самому формировать новые знания.

Третий уровень профиля оценивает способность к продуктовой и результативной деятельности в определенной области, то есть, к созданию конечного продукта.

После внедрения компетентного профиля в ФГБОУ ВО «ЯГТУ», процесс приобретения компетенций будет выглядеть как на рис. 3.

После внедрения компетентного профиля все заинтересованные стороны процесса получают всю необходимую им информацию, а именно:

- 1) студент получит всю информацию о приобретенных компетенциях в виде диаграммы компетентностей, которую он в дальнейшем может предоставить работодателю;
- 2) преподаватель получит фидбэк, который поможет проанализировать всю проделанную работу;
- 3) работодатель, так же как и студент, получит всю информацию о приобретенных студентом компетенциях, что позволит ему сразу понять, что умеет студент, какими навыками и умениями обладает.

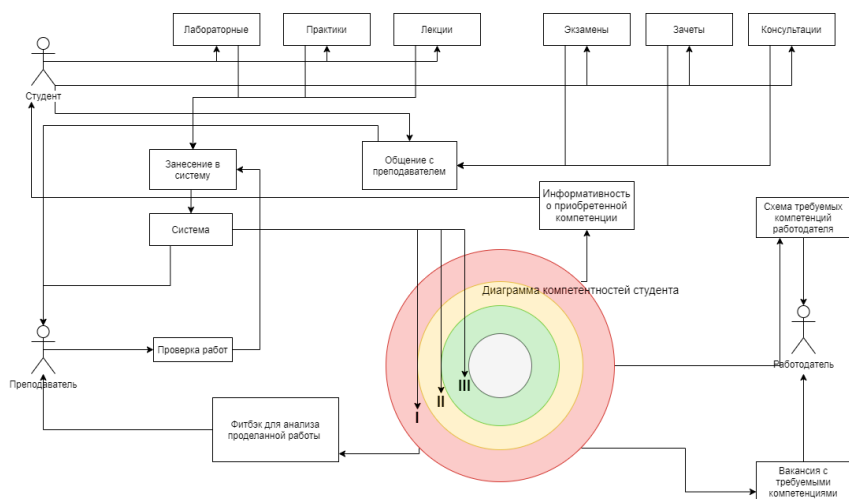


Рис. 3. Процесс приобретения компетенций на примере ФГБОУ ВО «ЯГТУ» с внедрением компетентного профиля

Таким образом, внедрение компетентного профиля приведет к осведомленности всех заинтересованных сторон процесса необходимой им информацией.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бермус А.Г. Проблемы и перспективы реализации компетентного подхода в образовании [Электронный ресурс] // Дистанционное образование: курсы, олимпиады, конкурсы, конференции: сайт центра дистанционного образования «Эйдос». Интернет-журнал, 2005. Режим доступа: <http://www.eidos.ru> Дата обращения: 12.03.2020.
2. Равен Дж. Компетентность в современном обществе: выявление, развитие и реализация // Пер. с английского. М.: Когито-Центр, 2002. 369 с.

**ПРЕДПОСЫЛКИ РАЗРАБОТКИ МЕТОДИКИ ОЦЕНКИ
УДОВЛЕТВОРЕННОСТИ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ
СПОРТИВНЫМИ УСЛУГАМИ НА ПРИМЕРЕ
СПОРТИВНО-ОЗДОРОВИТЕЛЬНОГО КОМПЛЕКСА
«АТЛАНТ»**

В.Э. Никитина, В.В. Кочерова

Научный руководитель – **В.В. Кочерова**, старший
преподаватель

Ярославский государственный технический университет

В данной работе рассматриваются предпосылки разработки методики оценки удовлетворенности потребителей спортивными услугами на примере спортивно-оздоровительного комплекса «Атлант».

***Ключевые слова:** стандарты, процесс, оценка удовлетворенности, методика, спортивные услуги, потребители.*

**PREREQUISITES FOR DEVELOPING
A METHODOLOGY OF CONSUMER SATISFACTION WITH
SPORTS SERVICES ON THE EXAMPLE OF THE SPORTS
AND RECREATION COMPLEX «ATLANT»**

V.E. Nikitina, V.V. Kocherova

Scientific Supervisor – **V.V. Kocherova**, Senior Lecturer

Yaroslavl State Technical University

This article discusses the prerequisites for developing a methodology of consumer satisfaction with sports services on the example of the sports and recreation complex «Atlant».

***Keywords:** standards, process, consumer satisfaction, methodology, sports services, consumers.*

В соответствии с ГОСТ Р 52024-2003, физкультурно-оздоровительная услуга: деятельность исполнителя по удовлетворению потребностей

потребителя в поддержании и укреплении здоровья, физической реабилитации, а также проведении физкультурно-оздоровительного и спортивного досуга [1].

Качество физкультурно-оздоровительных и спортивных услуг связано с соответствием предоставляемой услуги требованиям, установленным потребителем.

Следовательно, оценка качества оказания услуги может быть сведена к процессу оценки удовлетворенности потребителя.

Удовлетворенность потребителей – это восприятия потребителями степени удовлетворения их потребностей и ожиданий [2].

Компании определяют и анализируют значения показателей удовлетворенности потребителей, проводят исследования динамики изменений данных и сравнивают с аналогичными показателями конкурирующих предприятий. Полученная информация позволяет расставить приоритеты и определить направления развития компании в будущем.

Сравнительная молодость отечественного спортивного маркетинга не позволила в полной мере проработать методики измерения качества физкультурно-спортивных услуг.

Существует много методик оценки предоставляемых услуг, каждая из них имеет свои положительные и отрицательные стороны. Некоторые методики пользуются популярностью среди руководителей компаний, а некоторые совсем не актуальны. Среди многообразия методик можно выделить четыре, отличающихся друг от друга концептуально и методологически (табл. 1).

Таблица 1. Сравнение методов оценки предоставляемых услуг

Показатель	Метод SERVQUAL	Метод SERVPERF	Метод INDSERV	Метод Канон
Простая анкета	+	+	+	-
Наглядность результата	+	+	+	+
Сложность разработки	-	-	-	+
Применимость в сфере	+	+	+	+
Требуется обучение интервьюеров	-	-	-	+
Информированность результатов	+	+	+	+
Гибкость метода	-	-	+	+
Возможность быстрого заполнения анкеты	-	+	+	+
Требуется дополнительные исследования	-	-	+	-
Глубокий анализ	-	-	-	+

Анализ удовлетворенности потребителей является важным инструментом при анализе деятельности организации, что позволяет выявить его сильные и слабые стороны возможности для совершенствования и использования инновационного подхода к управлению.

Одним из распространенных инструментов управления предприятием является внедрение, и поддержание в актуальном состоянии системы менеджмента качества, которая связана с реализацией целей и политики в области качества.

Согласно информационно-аналитическому отчету по результатам социологического исследования на тему: «Удовлетворенность населения условиями для занятий физической культурой и спортом в городе Ярославле», удовлетворенность занимающихся спортом в Краснопереконском районе города Ярославль составляет 62% это ниже среднего значения по городу Ярославль [3].

В настоящее время в Краснопереконском районе города работает только один крупный спортивно-оздоровительный комплекс «Атлант» (СОК «Атлант»), оказывающий большой спектр спортивных и физкультурно-оздоровительных услуг [4].

На настоящий момент в СОК «Атлант» не ведется систематическое измерение и управление удовлетворенностью потребителей.

Была предпринята попытка проведения анкетирования посетителей, с целью оценки удовлетворенности посетителей услугами СОК «Атлант». Анкетирование проводилось среди посетителей тренажерного зала. Анкета состояла всего из восьми вопросов, шесть из которых относились к вопросам о личности, возрасте, образовании посетителей, целях посещения тренажерного зала. Еще два вопроса носили открытый характер и выясняли, с какими трудностями и неудобствами столкнулся потребитель при посещении тренажерного зала и что следует сделать, что бы улучшить качество оказываемых услуг.

Такой подход к оценке удовлетворенности потребителей являлся неверным и не принес ожидаемых результатов, так как в проведенном анкетировании:

- вопросы заданы не корректно;
- вопросы бесполезны для оценки удовлетворенности;
- мало вопросов по теме исследования;
- отсутствует системность в проведении анкетирования;
- опрос был нацелен только на посетителей тренажерного зала.

Для того чтобы измерить удовлетворенность потребителей в СОК «Атлант» было принято решение разработать методику оценки удовлетворенности потребителей спортивными услугами.

Разработка методики оценки удовлетворенности позволит организации:

- оценить степень удовлетворенности потребителей;
- выявить причины ухода потребителей;
- выявить слабые стороны организации;
- выявить лояльных потребителей;
- выявить возможности для улучшений.

Оценка удовлетворенности потребителей является одним из способов измерения работы системы менеджмента качества организации.

Поэтому необходимо постоянно измерять состояние удовлетворенности потребителей и осуществлять изменения направленные на совершенствование системы менеджмента качества организации.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ГОСТ Р 52024-2003 Услуги физкультурно-оздоровительные и спортивные. Общие требования [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200031619>. Дата обращения: 13.02.2020.
2. ISO 9001:2015 Системы менеджмента качества – Требования [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://pqm-online.com/assets/files/pubs/translations/std/iso-9001-2015-%28rus%29.pdf>. Дата обращения: 13.02.2020.
3. Удовлетворенность населения условиями для занятий физической культурой и спортом в городе Ярославле [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://indsi.ru/wp-content/uploads/2019/01/РЕЗ.-ИССЛ.-2018-Удовлетворенность-ФК-и-спортом.pdf>. Дата обращения: 13.02.2020.
4. Спортивно-оздоровительный комплекс «Атлант» [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.sok-atlant.ru/>. Дата обращения: 13.02.2020.

СТАТИСТИЧЕСКОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ НА ПРЕДПРИЯТИИ НЕФТЕХИМИЧЕСКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Д.А. Полетова, С.А. Царева

Научный руководитель – **С.А. Царева**, канд. хим. наук,
доцент

Ярославский государственный технический университет

В статье рассмотрен методический подход внедрения статистического управления процессов интегрированной системы менеджмента предприятия нефтехимической промышленности, основанный на использовании контрольных карт для обработки данных и дальнейшего выявления ключевых показателей качества.

Ключевые слова: интегрированная система менеджмента, статистические методы, контрольная карта, показатели качества.

STATISTICAL MANAGEMENT OF PROCESSES OF PETROCHEMICAL INDUSTRY

D.A. Poletova, S.A. Tsareva

Scientific Supervisor – **S.A. Tsareva**, Candidate of Chemical Sciences,
Associate Professor

Yaroslavl State Technical University

The article discusses the methodological approach of introducing statistical process control of the integrated management system of the petrochemical industry enterprise, based on the use of control charts for data processing and further identification of key quality indicators.

Keywords: integrated management system, statistical methods, control chart, quality indicators.

В настоящее время большое распространение получила концепция автоматизированных систем сбора, обработки и представления информа-

ции [1]. Так, например, оперативное управление технологическими процессами предприятия нефтехимической промышленности осуществляется на основе сбора и первичной обработки информации по качеству сырья, промежуточных и товарных нефтепродуктов, анализа выбросов и стоков из технологических объектов. Система позволяет повысить уровень системного взаимодействия подразделений предприятия, достоверность и оперативность обмена данными, существенно сократить время на принятие управленческих решений.

Кроме того, отмеченная система представляет функции автоматизированного формирования отчетной документации.

Одним из эффективных инструментов контроля качества технологических процессов является применение статистических методов. Оперативное управление технологическими процессами предприятия нефтехимической промышленности на основе статистического регулирования процессов интегрированной системы менеджмента (далее – ИСМ) является критериальным способом достижения заданных параметров процесса. К основным этапам статистического регулирования процессов ИСМ относят:

- 1) Идентификацию основных процессов ИСМ и их декомпозицию.
- 2) Обоснование показателей качества выходов и входов основного процесса ИСМ.
- 3) Сбор и обработка данных, полученных в ходе измерения показателей качества основного процесса ИСМ, построение контрольных карт.
- 4) Выявление ключевых показателей качества, оказывающих наибольшее воздействие на выходы основного процесса ИСМ.
- 5) Анализ причин изменения качества и принятие управленческих решений.

Рассмотрим каждый из этих этапов более подробно.

Идентификация основных процессов ИСМ и их декомпозиция.

К основному процессу ИСМ нефтеперерабатывающего предприятия относят «Производство продукции». Данный процесс декомпозируется на следующие подпроцессы:

- «Контроль поставки углеводородного сырья»,
- «Изготовление продукции»,
- «Аналитический контроль».

Обоснование показателей качества выходов и входов основного процесса ИСМ. Показатели качества входов и выходов процесса «Производства продукции» на примере смазочного масла представлены в табл. 1.

Таблица 1. Сравнительная характеристика показателей качества

Показатели качества сырья (парафиновое базовое масло)	Показатели качества готовой продукции (среднее смазочное масло)
<ul style="list-style-type: none"> – фракционный состав; – плотность; – содержание серы; – содержание азота; – цветовой индекс; – температура застывания; – вязкость; – индекс вязкости; – температура вспышки в открытом тигле [2] 	<ul style="list-style-type: none"> – вязкость кинематическая; – индекс вязкости; – испаряемость; – массовая доля серы; – температура вспышки, определяемая в открытом тигле; – температура застывания; – содержание воды; – поглощение ультрафиолетом; – цвет на колориметре [2]

Сбор и обработка данных, полученных в ходе измерения показателей качества основного процесса ИСМ, построение контрольных карт. Одним из инструментов визуализации состояния статистической управляемости процесса являются контрольные карты. Статистическое управление процессом в случае однородности значений процесса лучше всего осуществлять с помощью карт индивидуальных значений (X-карт) и карт скользящих размахов (MR-карт) [3].

Выявление ключевых показателей качества, оказывающих наибольшее воздействие на выходы основного процесса ИСМ. Основными техническими характеристиками базовых масел для приготовления смазок, а следовательно, и ключевыми показателями качества являются:

- вязкость по Сейболту;
- индекс вязкости;
- температура застывания;
- стойкость к окислению.

Анализ причин изменения качества и принятие управленческих решений должен быть основан на изучении ключевых показателей качества, расчета их коэффициента весомости и исследовании корреляции между ними [4].

Таким образом, описанный методический подход статистического регулирования процессов позволяет определить состояние управляемости процесса и выявить ключевые показатели качества, оказывающие наибольшее воздействие на выходы процесса ИСМ.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Рылов М.А.* Информационная система контроля качества продукции на установке каталитического риформинга бензина: диссертация ... кандидата технических наук: 05.13.06 / Рылов Михаил Андреевич. М., 2015. 356 с.
2. Технологический регламент блока установки гидрокрекинга по производству базовых масел III группы ТР-353-2017. ПАО «Славнефть-ЯНОС». 2017. 505 с.
3. *Жирнова Е.А.* Статистические методы контроля и управления качеством: конспект лекций / Е.А. Жирнова. Красноярск: Сиб. гос. аэрокосмич. ун-т, 2015. 102 с.
4. *Полетова Д.А.* Результативность интегрированной системы менеджмента нефтеперерабатывающего предприятия / Д.А. Полетова, С.А. Царева // Сборник статей IX Международного научно-исследовательского конкурса «Научные достижения и открытия». Часть 2. 2019. С. 31-34.

ПРОБЛЕМЫ И НОВЫЕ ПОДХОДЫ АККРЕДИТАЦИИ В ЕАЭС

В.А. Селезнева, П.К. Стороженко, А.Н. Буланов

Научный руководитель – **А.Н. Буланов**, ассистент

Ярославский государственный технический университет

Рассматриваются проблемы переходного периода систем аккредитации ЕАЭС, вопросы несовершенства механизмов реализации детальности по подтверждению соответствия продукции, а также вопросам взаимодействия участников национальной системы аккредитации и государственного органа по контрольно-надзорной деятельности.

Ключевые слова: национальная система аккредитации, доверие, подтверждение соответствия, нормативные изменения, интеграция в рамках ЕАЭС, национальная часть Единого реестра ЕАЭС

PROBLEMS AND NEW APPROACHES TO ACCREDITATION IN THE EEU

V.A. Selezneva, P.K. Storozhenko, A.N. Bulanov

Scientific Supervisor – **A.N. Bulanov**, Assistant

Yaroslavl State Technical University

The problems of the transition period of the EEU accreditation systems, issues of imperfection of the mechanisms for implementing the details of product conformity verification, as well as issues of interaction between the participants of the national accreditation system and the state body for control and supervision activities are considered.

Keywords: national accreditation system, trust, confirmation of compliance, regulatory changes, integration within the EEU, national part of the unified register of the EEU.

В мире растут потребности в проведении оценок в новых программах аккредитации. Идет разработка новых стандартов в пределах организации ISO. В Российской экономике появляется спрос на новые сферы деятельности у конкретных аккредитованных лиц. В нормативно установленном изображении знака национальной системы аккредитации (НСА) (знака аккредитации) принимаются требования стандарта ISO/IEC 17011 и документов международных организаций по аккредитации. Изображения комбинированного знака ILAC MRA и знака аккредитации были модернизированы. Новое изображение знака состоит из символа аккредитации, пиктограммы, обозначающую тип аккредитованного лица, номера записи

об аккредитации в реестре аккредитованных лиц.

Поддержкой для испытательных лабораторий (ИЛ) будет информация о программах межлабораторных сравнительных испытаниях (МСИ) в рамках стран Евразийского экономического союза (ЕАЭС) и зарубежных провайдеров. Значимые изменения 2020 года в нормативных актах, повлияют на развитие и расширение НСА. Подъем промышленности, появление новых форм и типов измерений, рост важности их точности, обеспечение метрологической прослеживаемости, в рамках исполнения новой версии стандарта ISO/IEC 17025 и выхода российских производителей на внешние рынки, потребует развития метрологической сферы.

По данным от Росаккредитации, 600 органов по сертификации (ОС), зарегистрированных в национальной части единого реестра, занимаются работами в области сертификации.

В рамках ЕАЭС разрабатывается инструмент для свободного движения продукции. Формирование правовой базы ЕАЭС в сфере технического регулирования (табл. 1).

Таблица 1. Правовые аспекты технического регулирования

Правовые аспекты	Пути решения
Обеспечение безопасности продукции, требования к которой не установлены ТР ЕАЭС	Разработан проект соглашения ЕАЭС в сфере общей безопасности продукции, подписано РА, РБ, КР и РФ. На подписании в РК
Обеспечение защиты рынка от опасной продукции	Проведение в государствах ЕАЭС мониторинга безопасности продукции. Обмен информацией о продукции, представляющей опасность, между государствами ЕАЭС
Единые условия устранения технических барьеров во взаимной торговле с третьими странами	Разработан проект соглашения ЕАЭС о порядке и условиях устранения технических барьеров Распоряжением Совета ЕЭК от 29.03.2019 № 14 Направлено в государства ЕАЭС для проведения ВГП
Повышение экспортных возможностей	Создание и применение механизмов, обеспечивающих устранение технических барьеров в торговле с третьими странами, включая возможность взаимного признания результатов оценки соответствия
Единые принципы и подходы к госконтролю за соблюдением требований ТР ЕАЭС	Разработан проект соглашения ЕАЭС в сфере гармонизации законодательств стран ЕАЭС по госконтролю распоряжением Совета ЕЭК от 14.09.2019 № 36, направлено в государства ЕАЭС для проведения ВГП
Повышение эффективности госконтроля	Обеспечение формирования единых подходов к осуществлению деятельности в области госконтроля за соблюдением требований ТР Союза. Обеспечение единого применения ТР членами Союза

Составляющие нововведений в системе аккредитации: система кон-

троля; нарушения при мониторинге; требования для включения в национальную часть Единого реестра.

Система контроля. В 2019 г. количество проведенных контрольных мероприятий в отношении аккредитованных лиц уменьшилось за счет снижения количества проверок по результатам подтверждения компетентности. Заметны следующие сокращения: число аккредитованных лиц, уклоняющихся от прохождения процедуры, число заявлений на завершение действия аккредитации из-за предстоящей процедуры подтверждения компетентности, число контрольных мероприятий по результатам непрохождения процедуры подтверждения компетентности с перечнем установленных несоответствий.

Сейчас Росаккредитация использует автоматизированный мониторинг деятельности аккредитованных лиц с применением Федеральной государственной информационной системы в отношении процессов: выдача сертификатов соответствия, регистрация ОС деклараций о соответствии, взаимодействие между ОС/ИЛ, миграция персонала аккредитованных лиц.

Типовые нарушения, при мониторинге: малоэффективное проведение аккредитованным лицом корректирующих мероприятий; нарушение в системе хранения документации; оформление экспертом ОС актов анализа производства без проведения необходимых мероприятий; отсутствие у ОС доказательств выполнения требований при отборе определенных образцов; отсутствие таможенной документации [1]; использование ОС протоколов испытаний неаккредитованных в НСА ИЛ; постоянные типовые нарушения; игнорирование аккредитованным лицом жалоб на его деятельность [2]; неполное устранение несоответствий, неисполнение предостережений.

С 01.01.2020 в силу вступили Правила включения в национальную часть единого реестра утвержденные Постановлением Правительства РФ № 1236 [3]. Согласно ему все аккредитованные лица, включенные в национальную часть Единого реестра ОС и ИЛ ТС на 01.06.2019 г., будут являться включенными в национальную часть Единого реестра органов по оценке соответствия ЕАЭС, но обязаны до конца 2020 г. пройти переоценку. Для этого необходимо до 01.03.2020 г., чтобы аккредитованные лица подали в Федеральную службу по аккредитации сведения об их соответствии требованиям данного постановления по специальной форме. До конца 2020 г. Росаккредитация должна успеть рассмотреть предоставленную им информацию, и при наличии определенных оснований аккредитованные лица будут удалены из реестра.

Критерии для включения в национальную часть Единого реестра [3]: отсутствие: судимостей по некоторым статьям, фактов привлечения к административной ответственности за правонарушения, работы и взаимо-

действия с недобросовестными аккредитованными лицами, предоставления ложной информации; наличие: высшего профильного образования у руководителя ОС/ИЛ, необходимых документов и заключений, одного юридического лица аккредитованного ОС/ИЛ включенной в национальную часть Единого реестра, продукции, которая подлежит оценке соответствия по имеющимся схемам сертификации, методов испытаний и измерений, порядка отбора образцов, уставного фонда или имущества в собственности, которые имеют стоимость не менее 2 млн руб.

Главной целью национального органа по аккредитации является создание инфраструктуры доверия потребителей, партнеров, ретейлеров, отечественных производителей к результатам деятельности по оценке соответствия продукции необходимым требованиям безопасности. Опираясь на это, разрабатываются и внедряются все программы Федеральной службы по аккредитации и Национального института аккредитации на ближайшую и дальнейшую деятельность. Развитие национальной системы аккредитации осуществляется при постоянной гармонизации и взаимосвязи с системами оценки соответствия стран ЕАЭС и при взаимодействии с международными организациями по аккредитации.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Разъяснения ФТС России и Росаккредитации о порядке совершения таможенных операций [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/556185953>. Дата обращения: 12.03.2020.
2. Приказ Минэкономразвития России № 14 от 18.01.2019 г. «Об утверждении Перечня несоответствий заявителя критериям аккредитации, которые при осуществлении аккредитации влекут за собой отказ в аккредитации, и Перечня несоответствий аккредитованного лица требованиям законодательства Российской Федерации к деятельности аккредитованных лиц, влекущих за собой приостановление действия аккредитации».
3. Постановление Правительства Российской Федерации № 1236 от 21.09.2019 «О порядке и основаниях принятия национальным органом по аккредитации решений о включении аккредитованных лиц в национальную часть Единого реестра органов по оценке соответствия Евразийского экономического союза и об их исключении из него».

**АНАЛИЗ ДАННЫХ ПО ПРИЕМУ И ВЫПУСКУ
СТУДЕНТОВ ВУЗОВ ЯРОСЛАВСКОЙ ОБЛАСТИ
С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДА СКОЛЬЗЯЩЕЙ СРЕДНЕЙ**

П.В. Соколова, Е.М. Шастина

Научный руководитель – **Е.М. Шастина**, старший
преподаватель

Ярославский государственный технический университет

В статье проанализированы данные по приему и выпуску студентов вузов Ярославской области с 2000 по 2019 годы и дан прогноз на 2020-2022 годы. Снижение численности студентов ведет к нехватке трудовых ресурсов.

Ключевые слова: численность студентов, прогноз численности студентов, снижение численности студентов

**ANALYSIS OF RECEPTION AND RELEASE
OF STUDENTS OF HIGHER EDUCATION
INSTITUTIONS IN YAROSLAVSK REGION USING
THE METHOD OF SLIDING AVERAGE**

P.V. Sokolova, E.M. Shastina

Scientific Supervisor – **E.M. Shastina**, Senior Lecturer

Yaroslavl State Technical University

The article analyzes data on the admission and graduation of students of universities of the Yaroslavl region from 2000 to 2019 and gives a forecast for 2020-2022. The decrease in the number of students leads to a shortage of labor resources.

Keywords: student population, student forecast, student decline

Согласно краткому статистическому сборнику «Ярославская область в цифрах 2019» [1] Ярославская область (ЯО) образована в 1936 году, объединяет 16 муниципальных районов, 3 городских округа и 77 городских и сельских поселений. На территории области за 2018 год расположено 40996 организаций. Большую часть из них занимают оптовая и розничная торговля (12299), строительство (5362) и обрабатывающее производство (3620). Помимо работы на предприятиях по перечисленным выше

видам экономической деятельности, необходимо обеспечение этих предприятий ресурсами (электроэнергией, газом, водой, транспортом и пр.), производственными площадями и квалифицированными кадрами. В связи с этим потребность в кадрах, имеющих необходимое образование, знания, умения и практические навыки для работы на соответствующей должности, является достаточно высокой.

В таблице 1 представлены статистические данные по приему и выпуску студентов вузов Ярославской области за период с 2000 по 2018 год по данным сборника «Ярославская область в цифрах 2019».

Таблица 1. Прием на обучение по программам бакалавриата, специалитета, магистратуры и выпуск бакалавров, специалистов, магистров в ЯО

Годы	Прием на обучение (тыс. чел)	Выпуск (тыс. чел)	Скользкая средняя m, (тыс. чел)		Относительная ошибка Δ, %	
			m _{пр}	m _{вып}	пр	вып
2000	8,8	5,0	-	-	-	-
2001	10,5	6,5	9,93	6,00	5,40	7,69
2002	10,5	6,5	10,83	6,50	3,17	0,00
2003	11,5	6,5	11,13	6,93	3,19	6,67
2004	11,4	7,8	12,17	7,63	6,73	2,14
2005	13,6	8,6	13,00	8,63	4,41	0,39
2006	14,0	9,5	13,87	9,13	0,95	3,86
2007	14,0	9,3	13,43	9,57	4,05	2,87
2008	12,3	9,9	12,53	9,60	1,90	3,03
2009	11,3	9,6	11,50	9,93	1,77	3,47
2010	10,9	10,3	10,73	9,97	1,53	3,24
2011	10,0	10,0	10,50	9,83	5,00	1,67
2012	10,6	9,2	10,37	9,73	2,20	5,80
2013	10,5	10,0	9,97	9,60	5,08	4,00
2014	8,8	9,6	9,47	9,70	7,58	1,04
2015	9,1	9,5	8,73	9,03	4,03	4,91
2016	8,3	8,0	8,60	7,97	3,61	0,42
2017	8,4	6,4	8,23	6,83	1,98	6,77
2018	8,0	6,1	8,17	6,41	2,08	5,10
2019	8,1	6,73	8,10*	6,49*	0,00	3,69
Итого	202,5	158,3			64,66	66,76
2020	8,2	6,62	8,14*	6,60*		
2021	8,1	6,45				
2022	8,12	6,5				

Примечание: * – скользкая средняя рассчитана по прогнозируемым данным.

Прослеживается четкая тенденция к снижению студентов, поступающих и выпускающихся из вузов. Так количество студентов с 2007 по

2018 год снизилось почти на 43%. Используя статистические методы прогнозирования, дадим прогноз по приему и выпуску студентов на 2020, 2021, 2022 годы. Расчет будем производить с помощью метода скользящей средней, дающего возможность выравнять динамический ряд на основе его средних характеристик. Для расчета воспользуемся формулами (1), (2):

$$m_{\text{инд}} = \frac{Y_{t-1} + Y_t + Y_{t+1}}{n}, \quad (1)$$

где $m_{\text{инд}}$ – скользящая средняя для приема ($m_{\text{пр}}$) и выпуска ($m_{\text{вып}}$),

Y_{t-1} , Y_t , Y_{t+1} – показатели за предыдущий, текущий и следующий за текущим периоды соответственно,

n – величина интервала сглаживания, для данного расчета примем $n=3$.

$$\Delta_{\text{инд}} = \frac{Y_{\text{инд}} - m_{\text{инд}}}{Y_{\text{инд}}} \cdot 100\%, \quad (2)$$

где $\Delta_{\text{инд}}$ – относительная ошибка приема ($\Delta_{\text{пр}}$) и выпуска ($\Delta_{\text{вып}}$) соответственно,

$Y_{\text{инд}}$ – показатель приема ($Y_{\text{пр}}$) и выпуска ($Y_{\text{вып}}$) соответственно.

Результаты расчета занесены в таблицу 1.

На основании прогноза легко оценить темпы снижения рассматриваемых показателей. Становится очевидным замедление их снижения. Для подтверждения достоверности расчетов вычислим среднюю относительную ошибку по формуле (3):

$$\epsilon_{\text{инд}} = \frac{\Delta_{\text{инд}}}{m-2}, \quad (3)$$

где $\epsilon_{\text{инд}}$ – Средняя относительная ошибка приема ($\epsilon_{\text{пр}}$) и выпуска ($\epsilon_{\text{вып}}$) соответственно,

m – количество показателей.

Средняя ошибка составляет для приема 3,59% и выпуска 3,70%:

$$\epsilon_{\text{пр}} = \frac{64,66}{18} = 3,59 \%, \quad \epsilon_{\text{вып}} = \frac{66,76}{18} = 3,70 \%$$

Можно сделать вывод, что рассчитанный прогноз носит высокую точность. Для графического представления полученных данных, была построена гистограмма, представленная на рис. 1.

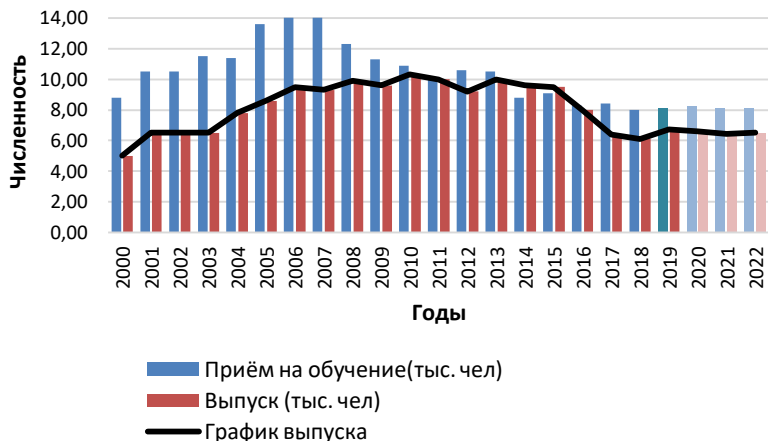


Рис. 1. Гистограмма приема на обучение по программам бакалавриата, специалитета, магистратуры и выпуск бакалавров, специалистов, магистров с прогнозом на 2020-2022 гг. в ЯО

Снижение численности поступающих абитуриентов при приеме на обучение связано с демографическим спадом рождаемости в соответствующие годы по России в целом и ЯО в частности. Помимо этого, следует учитывать еще ряд причин, таких как:

- уменьшение числа вузов (по ЯО снижение на 2018 год по сравнению с 2016 годом составило 4 учебных заведения);
- ужесточение требований ЕГЭ;
- недостаточное финансирование высшего образования;
- отсутствие реформ в сфере высшего образования и др.

По сделанному в ходе работы прогнозу видно, что при отсутствии изменений в сфере высшего образования, численность студентов по ЯО будет планомерно снижаться, хотя темпы этого снижения будут значительно ниже, чем в предыдущие годы. Одним из важных направлений деятельности в этом случае можно считать разработку политики вуза в области привлечения абитуриентов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ярославская область в цифрах 2019: крат. стат. сб. / Росстат. М., 2019. С. 4, 26.

ПРИМЕНЕНИЕ ПРОСТЫХ СТАТИСТИЧЕСКИХ МЕТОДОВ В УПРАВЛЕНИИ КАЧЕСТВОМ НА РОССИЙСКИХ ПРЕДПРИЯТИЯХ

С.Е. Степина, У.М. Кабанова, Е.М. Шастина

Научный руководитель – **Е.М. Шастина**, старший
преподаватель

Ярославский государственный технический университет

Рассматриваются вопросы, связанные с применением на российских предприятиях простых статистических методов, которые используются как основа для принятия решений по улучшению деятельности.

Ключевые слова: *простые статистические методы, управление качеством, предприятие.*

FEATURES OF USING STATISTICAL METHODS IN QUALITY MANAGEMENT AT THE ENTERPRISE

S.E. Stepina, U.M. Kabanova, E.M. Shastina

Scientific Supervisor – **E.M. Shastina**, Senior Lecturer

Yaroslavl State Technical University

Issues related to the application of simple statistical methods at Russian enterprises, which are used as the basis for making decisions to improve performance, are examined.

Keywords: *simple statistical methods, quality management, enterprise.*

Международным стандартом ISO 9001:2015 «Системы менеджмента качества. Требования» выделены 7 принципов менеджмента качества, которые позволяют улучшить качество деятельности организации. К ним относят:

1. Ориентация на потребителя.
2. Лидерство.
3. Взаимодействие работников.

4. Процессный подход.
5. Улучшение.
6. Принятие решений, основанных на свидетельствах.
7. Менеджмент взаимоотношений.

Одним из принципов менеджмента является подход к принятию решений, основанных на свидетельствах. Принцип говорит о том, что любое решение в организации должно быть основано на данных и информации, которые необходимо собрать, обработать и проанализировать. Только тогда решения будут иметь результаты. Для реализации данного принципа в организации можно использовать различные статистические методы на всех стадиях жизненного цикла продукции.

К основным преимуществам соблюдения организацией этого принципа можно отнести:

1. Улучшение процесса принятия решений.
2. Улучшение оценивания результатов процессов и способности достигать целей.
3. Улучшение результативности и эффективности работы.
4. Повышение способности анализировать, ставить задачи и менять взгляды и решения.
5. Повышение способности демонстрировать результативность прошлых решений [1].

Статистические методы – это инструменты повышения качества продукции на всех этапах жизненного цикла, которые являются одним из важнейших элементов системы обеспечения качества продукции и всего процесса управления качеством.

Статистические методы основаны на математической статистике. Они являются эффективным способом для сбора и анализа информации о состоянии качества продукции. Применение статистических методов не требует высоких затрат или усилий, что позволяет с высокой точностью судить о состоянии исследуемых процессов или объектов в системе менеджмента качества, а также прогнозировать и регулировать возможные причины возникновения проблем на всех этапах производства продукции и на основе этих данных вырабатывать оптимальные управленческие решения.

В настоящее время существует достаточно большое количество статистических методов, но наиболее известны и применяются семь простых инструментов контроля качества:

- 1) Контрольные листки используются для контроля по качественным и количественным характеристикам. Представляют собой бланк для первичного сбора информации, в котором указаны названия отслеживаемых показателей и записаны их значения, измеренные при контроле. Их можно применять для регистрации распределения измеряемого параметра

в ходе производственного процесса, видов несоответствий, а также при оценке воспроизводимости и работоспособности процесса.

2) Метод расщепления данных – (стратификация), определяется как процесс сортировки данных в отдельные группы или слои. Этот метод разделяет полученные характеристики в зависимости от различных факторов: качества оборудования, используемого сырья и материалов, методов проведения рабочих операций, температурных условий и так далее.

3) Гистограмма представляет собой столбчатый график, который применяется для зрительной оценки распределения конкретных значений параметра, сгруппированных по частоте повторения за определенный (заранее заданный) интервал.

4) Диаграмма Парето позволяет визуализировать величину потерь или производственных дефектов, а также частоту их возникновения. Представляет собой разновидность упорядоченной столбчатой диаграммы, отображающей виды производственных дефектов в порядке уменьшения их значимости.

5) Причинно-следственная диаграмма Исикавы применяется с целью установления причинно-следственных связей между событием и его потенциальными причинами.

6) Контрольные карты используются для изучения динамики изменений показателя с течением времени.

7) Диаграмма разброса применяется для выявления зависимости одной переменной величины от другой. С помощью этой диаграммы можно определить, присутствует ли вообще в данном случае причинно-следственная связь и каково ее влияние.

Известно, что именно благодаря внедрению и использованию статистических методов на предприятиях Японии стала мировым лидером в сфере производства сложных изделий, автомобилей, бытовой и компьютерной техники. Также успешный опыт их использования имеют ряд других стран: США, Германия, Голландия и другие. Поэтому применение данных методов является актуальной задачей и для России, так как российские предприятия нуждаются в повышении конкурентоспособности производимых товаров и услуг.

Можно выделить причины не использования статистических методов на российских предприятиях:

1. Отсутствие заинтересованности и понимания у высшего руководства организации во внедрении и применении статистических методов.
2. Нехватка квалифицированных специалистов в области реализации статистических методов на предприятиях.
3. Страх нового, нежелание разобраться и непонимание необходимости в использовании статистических методов.

4. Нежелание руководства и работников выполнять большой объем работ, связанный с обработкой массива данных [2].

Для устранения этих проблем предложены следующие пути решения:

1. Обучение работников предприятия основам статистического управления качеством.

а. Применение различных видов стимулирования и мотивации к персоналу предприятия, которые используют в своей деятельности статистические методы.

3. Знакомство с положительным опытом применения статистических методов на ведущих российских предприятиях.

4. Минимизация страхов руководства по внедрению и применению статистических методов, на основе изучения опыта та других предприятий, которые имеют эффективность применения статистических методов в своей работе.

Все это должно способствовать активизации работ по применению статистических методов на российских предприятиях для исключения случайных изменений качества продукции, прогнозирования и регулирования проблем в области качества и выработки оптимальных управленческих решений.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ГОСТ Р ИСО 9000-2015 Системы менеджмента качества. Основные положения и словарь (Издание с Поправкой) [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200124393>. Дата обращения: 01.03.2020.

2. *Розенталь Р.М.* Почему в российских компаниях так мало SPC? / Р.М. Розенталь // Методы менеджмента качества. 2009. № 2. С. 41-45.

ДИАГРАММА ИСИКАВЫ КАК ИНСТРУМЕНТ УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ ПРОДУКЦИИ

С.Е. Степина, У.М. Кабанова, Е.М. Шастина

Научный руководитель – **Е.М. Шастина**, старший
преподаватель

Ярославский государственный технический университет

Рассматриваются вопросы, связанные с применением диаграммы Исикавы в управлении качеством продукции, ее особенности, достоинства и недостатки.

***Ключевые слова:** причинно-следственная диаграмма, управление качеством.*

ISHIKAWA DIAGRAM AS A PRODUCT QUALITY MANAGEMENT TOOL

S.E. Stepina, U.M. Kabanova, E.M. Shastina

Scientific Supervisor – **E.M. Shastina**, Senior Lecturer

Yaroslavl State Technical University

The issues related to the use of Ishikawa diagrams in product quality management, its features, advantages and disadvantages are considered.

***Key words:** cause and effect diagram, quality management.*

Практически в любой сфере деятельности человек периодически сталкивается с различными проблемами и препятствиями. Чтобы устранить эти проблемы, необходимо определить истинную причину их появления. Для этого в 1953 году профессором Токийского университета и выдающимся специалистом в области управления качеством Каору Исикавой был разработан один из семи простых статистических методов – причинно-следственная диаграмма (диаграмма Исикавы). Эта диаграмма также известна под названиями «Диаграмма анализа корневых причин» и «Диаграмма рыбьей кости».

Диаграмма Исикавы – это инструмент, позволяющий выявить наиболее существенные причины (факторы), оказывающие влияние на конечный результат, а также предупредить возникновение нежелательных факторов и причин.

Причинно-следственная диаграмма является средством визуализации и организации знаний, облегчающим процесс понимания и выявления проблем и препятствий. Ее используют при разработке и проектировании новой продукции, определяя факторы, оказывающие наибольшее влияние на качество, а также при выявлении главных причин, порождающих какие-либо конкретные последствия, которые поддаются контролю и управлению.

Диаграмма «рыбьей кости» представляет собой графическое изображение или представление причинно-следственных связей, на основе которого становится возможным исследование и выявление основных проблем и воздействующих на него факторов.

Факторы, влияющие на проблему, изображаются в виде стрелок. Они делятся на факторы первого, второго и третьего уровня, которые представлены на рис. 1.

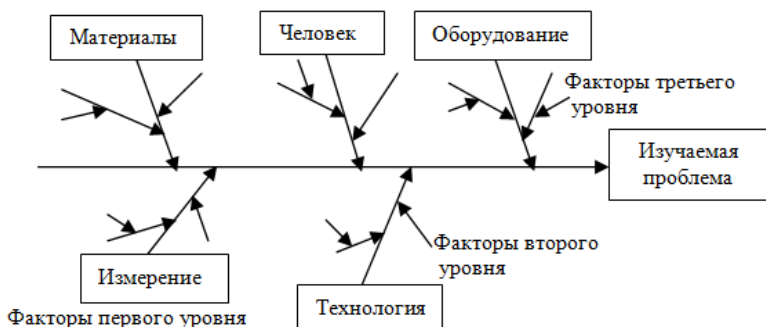


Рис. 1. Общий вид диаграммы Исикавы [1]

При производстве продукции все вероятные причины и факторы можно разделить по принципу 5М:

1. Man (человек) – причины, связанные с человеческим фактором.
2. Machines (машины, оборудование) – причины, связанные с используемым оборудованием.
3. Materials (материалы, сырье) – причины, связанные с используемыми материалами.
4. Methods (методы, технологии) – причины, связанные с технологией, организацией производственных процессов.
5. Measurements (измерения) – причины, связанные с методами

измерений и контроля качества.

В итоге построения диаграммы получается схема, связывающая факторы и причины появления несоответствий и проблем, находящихся на разных уровнях детализации. В результате можно выявить первичные причины, устранение которых в большей степени повлияет на решение анализируемой проблемы [1].

При рассмотрении проблемы качества продукции выделяют две группы причин (факторов):

1. Причины, формирующие качество продукции.
2. Причины, способствующие сохранению качества продукции.

При исследовании проблемы важно, чтобы выявлялись и фиксировались все возможные причины и факторы для того, чтобы найти наиболее эффективный способ ее решения. Выделение и ранжирование причин производится экспертным методом, а именно методом мозгового штурма или мозговой атаки, который основывается на стимулировании творческой активности и предполагает рассмотрение и предложение как можно большего количества возможных вариантов.

Исходя из вышеизложенного, можно выявить достоинства диаграммы Исикавы как метода управления качеством продукции:

1. Возможность выявить взаимосвязь между всеми причинами и факторами, влияющими на анализируемую проблему.
2. Возможность произвести оценку влияния всех причин и факторов на проблему.
3. Возможность раскрыть творческий потенциал, который может позволить найти неординарные, но действенные способы решения поставленных задач.

Тем не менее, причинно-следственная диаграмма имеет и ряд недостатков:

1. Отсутствие каких-либо правил проверки диаграммы в обратном направлении от первопричины к результатам, то есть рассмотреть логическую цепочку причин, ведущих к первичной проблеме, не представляется возможным.
2. По итогам анализа диаграмма Исикавы может иметь нечёткую структуру и достаточно сложную форму, что затрудняет объективную оценку и практически исключает возможность прийти к максимально правильным выводам и решениям [2].

Использование диаграммы Исикавы способствует качественному измерению, оцениванию, контролю и совершенствованию качества большинства процессов на производстве, в том числе и при разработке новой продукции. Она даёт возможность визуализировать и организовать знания, упрощать их понимание и диагностировать проблемы, выявляя ключевые

взаимосвязи между различными факторами, оказывающими значительное влияние на рассматриваемую проблему.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Рассел Дж.* Диаграмма Исикавы / Джесси Рассел. М.: VSD, 2013. 106 с.
2. *Федюкин В.К.* Управление качеством процессов / В.К. Федюкин. СПб.: Питер, 2005. 202 с.

ВОЗМОЖНОСТИ И ПРЕДПОСЫЛКИ СТАНОВЛЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО АУДИТА НА ПАО «АВТОДИЗЕЛЬ»

П.К. Стороженко, А.Н. Буланов

Научный руководитель – **А.Н. Буланов**, ассистент

Ярославский государственный технический университет

В данной статье рассматриваются возможность внедрения и развития на предприятии технологического аудита.

***Ключевые слова:** технологический аудит, оценка зрелости технологий, уровень готовности, самооценка.*

OPPORTUNITIES AND PREREQUISITES FOR THE FORMATION OF TECHNOLOGICAL AUDIT IN AVTODIZEL

P.K. Storozhenko, A.N. Bulanov

Scientific Supervisor – **A.N. Bulanov**, Assistant

Yaroslavl State Technical University

This article discusses the possibilities of implementing and developing technological audit in the enterprise.

***Keywords:** technology audit, to assess the maturity of technologies, the level of preparedness, self-assessment.*

В настоящее время большое распространение получили методики оценки зрелости технологий и системы с их применением с помощью соответствующих им уровнями готовности. Данная концепция используется для оценки текущего состояния еще раз разрабатываемых или приобретаемых технологий и компонентов сложных технических систем [1].

Сейчас на ПАО «Автодизель» (ЯМЗ) существует два вида контроля:

1. Контроль технической дисциплины (аудит);
2. Статистическое регулирование.

На ЯМЗ на данный момент действует Единая система технологической подготовки производства, которая обеспечивает сокращение сроков

подготовки производства продукции заданного качества, обеспечение высокого уровня гибкости производственной структуры и большой экономии трудовых, материальных и денежных ресурсов. Для того чтобы перейти непосредственно на само производство на предприятие, нет специалистов-технологов и при данном нововведении будет много недочетов, что может привести к браку, а в дальнейшем к остановке производства. Разрабатываемая методика оценки зрелости технологий позволит оценить производство на любом его этапе, и неважно где будет находиться деталь.

Технологический аудит является одним из главных элементов оценки технологического состояния предприятия. Он представляет собой проверку используемых на предприятии технологических методов, приемов и процедур для оценки их производительности, результативности и эффективности, а также проверку существующего на производстве вида оборудования, технологии [2]. Основные моменты, которые проводятся во время аудита:

1. Изучение существующих в организации технологий с помощью экспертных и статистических методов анализа;

2. Изучение технологий, которые применяют конкуренты, и выявление лучших современных опытов в той или иной сфере. Инструмент, используемый на данном этапе – бенчмаркинг;

3. Оценка относительной эффективности используемых технологий с помощью анализа технологического портфеля организации.

Главные принципы проведения технологического аудита:

1. Инициатором выступает руководство;

2. Все сотрудники должны быть ознакомлены с целью и методом оценки технологий;

3. Оценка технологий должна проводиться при участии всех сотрудников;

4. Формирование группы экспертов;

5. Сохранение полученной конфиденциальной информации.

В начале проведения технологического аудита происходит сбор необходимой первичной информации о предприятии так называемый процесс самооценки. Полученные данные будут представлять собой текущее положение дел на предприятии с точки зрения самого предприятия, данные фиксируются на диаграмме развития (таблица 1).

В стандарте ГОСТ Р 57194.3-2016 имеются уже сформулированные вопросы по конкретным шести категориям: стратегическое планирование и анализ функционирования; применение инноваций/модификаций в технологическом процессе; обеспечение производственными ресурсами; обеспечение материальными ресурсами; обеспечение кадровыми ресур-

предприятия, а также слабые стороны, требующие дополнительного внимания во время технологического аудита (см. табл. 1).

Результатом проведения на предприятии технологического аудита будет возможность выделить все технологии, процессы, услуги, которые подлежат модернизации, корректировке, изменению. Позволит выделить все минусы и плюсы как в целом на предприятие, так и в отдельных его цехах/подразделениях.

После внедрения методики оценки готовности технологий повысится эффективность работы предприятия, сократится число брака. Предприятие также может не замечать ошибок в своих технологиях и утверждать, что у него все хорошо, все стабильно работает и минимальное число браков. Если при проведении технологического аудита может выясниться то, что «всё плохо», то тогда ни один инвестор не будет выделять средства на развитие производства, пока не будут устранены выявленные проблемы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ГОСТ Р 58048-2017 Трансфер технологий. Методические указания по оценке уровня зрелости технологий. Введ. 2018-06-01. М.: ФГУП «Стандартинформ», 2018. 72 с.
2. ГОСТ Р 57194.3-2016 Трансфер технологий. Технологический аудит. Введ. 2017-05-01. М.: ФГУП «Стандартинформ», 2016. 61 с.

О ПРОБЛЕМЕ ПРИМЕНЕНИЯ СТАНДАРТОВ В СЕРТИФИКАЦИИ СИСТЕМ КАЧЕСТВА

Т.А. Сычева, А.И. Белякова, С.А. Царева

Научный руководитель – **С.А. Царева**, канд. хим. наук,
доцент

Ярославский государственный технический университет

Рассматриваются требования к сертификации систем менеджмента качества, а также требования в части аккредитации, которые проходят органы по сертификации систем менеджмента качества. Сделан вывод о применении единых требований к сертификации систем менеджмента.

Ключевые слова: системы менеджмента качества, сертификации, орган по сертификации, аккредитация.

ON THE PROBLEM OF APPLYING STANDARDS IN QUALITY SYSTEM CERTIFICATION

T.A. Sycheva, A.I. Belyakova, S.A. Tsareva

Scientific Supervisor – **S.A. Tsareva**, Candidate of Chemical Sciences,
Associate Professor

Yaroslavl State Technical University

The requirements for certification of quality management systems, as well as the requirements for accreditation that go through certification bodies for quality management systems are considered. The conclusion is drawn on the application of uniform requirements for certification of management systems.

Keywords: quality management system, certification, certification body, accreditation.

Существующий порядок сертификации систем менеджмента, который предусмотрен ГОСТ Р 55568-2013 [1], на практике вызывает некоторые трудности в оценке соответствия, связанные с содержанием некоторых положений отмеченного стандарта. Какие именно ошибки в порядке

сертификации систем менеджмента (далее СМ) создают определенные трудности? Проанализируем их в данной статье.

В соответствии со стандартом, а именно пунктом 6.1: При сертификации СМ объектами аудита являются: область применения СМ, качество продукции при сертификации СМК, документы СМ, процессы СМ.

Из примечания следует:

1. При сертификации СМК не предусмотрено проведение специально запланированных испытаний, анализа или измерений показателей качества продукции. При возникновении сомнений качества продукции или результатов достоверных испытаний членами комиссии, эксперты могут принять участие в испытаниях продукции, которые проводит проверяемая организация.

2. Продукция, подлежащая обязательной сертификации в РФ – определяется сможет ли система обеспечить выполнение обязательных требований к продукции при сертификации и инспекционном контроле системы менеджмента качества.

Обратимся к определению стандарта ГОСТ ISO/IEC 17000-2012 пункт 2.1 [2]: Оценкой соответствия является доказательство того, что заданные требования к продукции, процессу, системе, лицу или органу выполнены.

Примечание гласит:

1. Оценка соответствия состоит из следующих видов деятельности: испытание, контроль, сертификация, аккредитация органов, по оценке соответствия.

2. Объектом оценки соответствия служит конкретный материал, продукция, установка, процесс, система, лицо или орган, к которым применима оценка соответствия. В определение продукции входит и понятие «услуга».

Таким образом, при сертификации системы менеджмента аудит проводится всей системы менеджмента полностью, а не только отдельных объектов. Невозможно сказать, что данный подход эффективен при проведении аудита и определении результативности системы менеджмента и ее соответствия всем требованиям применяемого стандарта. Объект аудита в стандарте – это качество продукции при сертификации СМК. Следует заметить, что в стандарте ГОСТ Р ИСО/МЭК 17021-1-2017 [3] нет определения каких-либо требований к продукции. Продукция – это объект аудита при сертификации продукции в соответствии с ГОСТ Р ИСО/МЭК 17065-2012 [4] или при инспекции продукции в соответствии с ГОСТ Р ИСО/МЭК 17020-2012 [5].

По стандарту ГОСТ Р 55568-2013, орган по сертификации должен провести анализ заявки организации на сертификацию СМ и назначить

компетентную комиссию. В стандарте говорится: «Чтобы обеспечить полную компетентность комиссии, которая будет достаточна, чтобы провести аудит, необходимо, чтобы члены комиссии обладали знаниями критериев, процедур, а также методами аудита и специальными знаниями специфики производственных процессов». Таким образом, стоит задуматься, как можно выбрать компетентную комиссию, если заявка на сертификацию (обязательное Приложение А к [1]) не предусматривает предоставление информации по процессам самой организации. Только после своего назначения председатель комиссии запрашивает в организации основные документы системы менеджмента, в которых должны быть описаны структура, процессы, область системы менеджмента, риски. Данный подход влечет за собой значительный риск назначения недостаточно компетентной комиссии и значительную вероятность того, что аудит будет не полон, не эффективен, а оценка соответствия СМ организации не корректна. В обязательной форме регистрации несоответствия (обязательное Приложение Е к [1]) содержатся следующие позиции: описание несоответствия, с несоответствием ознакомлен, планируемые корректирующие действия, оценка комиссией приемлемости корректирующих действий, оценка комиссией результативности корректирующих действий.

Корректирующие действия служат для того, чтобы устранить причины несоответствия. Если нет обоснованной ее формулировки, то нет предмета и основания для оценки приемлемости, и результативности корректирующих действий. Тогда причины несоответствий будут не устранены, что будет усиливать отрицательный эффект по отношению к общей результативности СМ. Если причина не устранена, то несоответствие будет повторяться. В пункте 7.5.2.5 стандарта ГОСТ Р 55568-2013 существует запись: «Проверяемая организация должна предоставлять план проведения корректирующих действий по устранению несоответствий...». Данная формулировка дает полное непонимание существа действий с несоответствиями и путаницу в устранении несоответствий при корректирующих действиях (устранении причин несоответствий) – ГОСТ Р ИСО 9000-2015 [6].

В пункте 7.5.2.3 «Формирование выводов аудита» стандарта ГОСТ Р 55568-2013 говорится: «Информация, которая получена и проверена по объектам аудита должна сопоставляться с критериями аудита, чтобы сформировать выводы. Выводы аудита служат для выявления соответствий или несоответствий СМ проверяемой организации и дают возможность для улучшений». Термин «выводы аудита» и далее неоднократно используется в тексте стандарта. В стандарте ГОСТ Р ИСО 9000-2015, так же как и в предыдущей версии стандарта 2005 г., определение термина «выводы аудита» отсутствует. В этом стандарте присутствуют следующие определения: аудит, критерии аудита, свидетельства аудита, наблюдения.

При анализе примечаний можно отметить, что:

1. Наблюдения при аудите должны указывать на соответствие или на несоответствие.
2. С помощью наблюдений аудита возможно определить возможности для улучшений, либо задокументировать хорошие практики.
3. Соответствием, либо несоответствием является наблюдение аудита, когда критерии аудита выбраны из законодательных или нормативных требований.
4. Заключением аудита служат выходные данные аудита после рассмотрения целей аудита и всех наблюдений аудита.

Кроме того, ГОСТ Р 55568-2013 использует термин «выводы аудита», что привносит некоторые неточности в сущность процесса аудита и составление заключений по аудиту. Резюмируя, отметим, что органам по сертификации при оценке соответствия систем менеджмента рекомендуется осуществлять свою деятельность в соответствии со стандартом ГОСТ Р ИСО/МЭК 17021-1-2017, с целью обеспечения достоверной оценки соответствия [7].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ГОСТ Р 55568-2013 Оценка соответствия. Порядок сертификации систем менеджмента качества и систем экологического менеджмента. Введ. 2014-02-01. М.: Стандартинформ, 2014. 53 с.
2. ГОСТ ISO/IEC 17000-2012 Оценка соответствия. Словарь и общие принципы. Введ. М.: Стандартинформ, 2014. 18 с.
3. ГОСТ Р ИСО/МЭК 17021-1-2017 Оценка соответствия. Требования к органам, проводящим аудит и сертификацию систем менеджмента. Часть 1. Требования. Введ. 2013-09-01. М.: Стандартинформ, 2017. 46 с.
4. ГОСТ Р ИСО/МЭК 17065-2012 Оценка соответствия. Требования к органам по сертификации продукции, процессов и услуг. Введ. 2014-01-01. М.: Стандартинформ, 2014. 24 с.
5. ГОСТ Р ИСО/МЭК 17020-2012 Оценка соответствия. Требования к работе различных типов органов инспекции. Введ. 2013-06-01. М.: Стандартинформ, 2013. 20 с.
6. ГОСТ Р ИСО 9000-2015 Системы менеджмента качества. Основные положения и словарь. Введ. 2015-11-01. М.: Стандартинформ, 2019. 49 с.
7. *Шалин А.П.* Комментарии к переводу ISO/IEC 17021-1:2015 (ГОСТ Р ИСО/МЭК 17021-1-2017) / А.П. Шалин, В.Н. Батраков // Контроль качества продукции. 2018. № 3. 43 с.

УДК 658.5

**К ВОПРОСУ УПРАВЛЕНИЯ РИСКАМИ В СИСТЕМЕ
МЕНЕДЖМЕНТА КАЧЕСТВА
ВЫСОКОТЕХНОЛОГИЧНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ**

В.А. Трошкин, Э.В. Киселев

Научный руководитель – **Э.В. Киселев**, д-р техн. наук,
профессор

Рыбинский государственный авиационный технический университет
имени П.А. Соловьева

Риск-менеджмент становится неотъемлемым компонентом системы менеджмента качества промышленного предприятия. Проблемы производственных рисков и управление ими в реальных процессах предприятий изучены недостаточно. В системе менеджмента качества имеются возможности учета производственных рисков на уровне существующих процессов и процедур.

Ключевые слова: производственные риски, системы менеджмента качества, риск-ориентированный менеджмент.

**ON THE ISSUE OF RISK MANAGEMENT
IN THE QUALITY MANAGEMENT SYSTEM
OF A HIGH-TECH ENTERPRISE**

V.A. Troshkin, E.V. Kiselev

Scientific Supervisor – **E.V. Kiselev**, Doctor of Technical
Sciences, Professor

P.A. Solovyov Rybinsk State Aviation Technical University

Risk management becomes an integral component of the quality management system of an industrial enterprise. The problems of production risks and their management in real processes of enterprises have not been studied enough. In the quality management system, there are opportunities to take into account production risks at the level of existing processes and procedures.

Keywords: production risks, quality management systems, risk-oriented management.

Любая современная промышленная компания, работающая на рынке сложной высокотехнологичной продукции, рассматривает свою систему менеджмента качества как наиболее эффективный инструмент совершенствования своей производственной системы, повышения конкурентоспособности выпускаемой продукции и предоставляемых услуг. Стандарты ИСО серии 9000 образуют методологическую основу создания, функционирования и развития систем менеджмента качества предприятий [1, 2]. В стандартах ИСО 9000 редакции 2015 года наряду с такими базовыми понятиями как процессный подход и цикл PDCA впервые была определена необходимость применения риск-ориентированного мышления. В частности отмечалось, что риск-ориентированное мышление дает возможность предприятиям выявлять такие факторы, которые могут приводить к отклонениям от запланированных результатов функционирования их систем менеджмента качества, а также своевременно применять предупреждающие действия для снижения негативных последствий этих факторов.

Анализ уровня развития риск-ориентированного управления в России показывает, что оно получило развитие главным образом в финансовом и страховом секторах экономики, где различными государственными структурами определены требования и введены регуляторы, принуждающие организации к использованию системы управления рисками. Доля отечественных предприятий, работающих в секторе промышленного производства и внедривших системы управления рисками, по разным оценкам составляет около 30%. Проблема внедрения управления рисками усложняется еще тем, что такие системы являются для многих предприятий достаточно затратными и период их окупаемости будет достаточно долгим. Поэтому руководители промышленных компаний зачастую воспринимают финансирование мероприятий по управлению рисками как лишнюю трату денежных средств, а не как инвестиции в повышение конкурентоспособности предприятия.

Реальной практикой многих отечественных промышленных предприятий, имеющих сертифицированные системы менеджмента качества, стала подготовка формальных процедур, определяющих общий порядок выявления, оценки и управления рисками. Зачастую этого вполне хватало, чтобы пройти ресертификацию системы менеджмента качества и опять отложить реальное внедрение риск-ориентированного мышления в действующие процессы и процедуры предприятия, а ведь стандартами ИСО 9000 направление предприятиями усилий на свои риски и возможности рассматривается как основа для повышения результативности их систем менеджмента качества, предотвращение неблагоприятных последствий различных негативных факторов и достижения улучшенных общих результатов работы.

Поэтому российским предприятиям, особенно работающих в условиях глобальной конкуренции на рынках высокотехнологичной продукции, жизненно важным представляется формирование реально функционирующих механизмов управления рисками, органично встроенных в действующие системы менеджмента качества.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ГОСТ Р ИСО 9000-2015 Системы менеджмента качества. Основные положения и словарь. Введ. 2015-11-01. М.: Стандартиформ, 2015. 53 с.
2. ГОСТ Р ИСО 9001-2015 Системы менеджмента качества. Требования. Введ. 2015-11-01. М.: Стандартиформ, 2015. 32 с.

УДК 658.5

**СТАНДАРТ ГОСТ Р ИСО 9001-2015 КАК ОСНОВА
УПРАВЛЕНИЯ РИСКАМИ В СИСТЕМЕ МЕНЕДЖМЕНТА
КАЧЕСТВА ПРЕДПРИЯТИЯ**

В.А. Трошкин, Э.В. Киселев

Научный руководитель – **Э.В. Киселев**, д-р техн. наук,
профессор

Рыбинский государственный авиационный технический университет
имени П.А. Соловьева

Стандарт ГОСТ Р ИСО 9001-2015 содержит требования, которые необходимо выполнить для организации риск-ориентированного менеджмента на промышленном предприятии. Совершенствование процессов предприятия с учетом управления рисками делает их более устойчивыми к воздействию различных негативных факторов.

***Ключевые слова:** требования системы менеджмента качества, производственные процессы, риск-ориентированное мышление.*

**STANDARD GOST R ISO 9001-2015 AS A BASIS FOR RISK
MANAGEMENT IN THE ENTERPRISE QUALITY
MANAGEMENT SYSTEM**

V.A. Troshkin, E.V. Kiselev

Scientific Supervisor – **E.V. Kiselev**, Doctor of Technical
Sciences, Professor

P.A. Solovyov Rybinsk State Aviation Technical University

The standard GOST R ISO 9001-2015 contains requirements that must be met for the organization of risk-based management in an industrial enterprise. Improving the company's processes taking into account risk management makes them more resistant to various negative factors.

***Keywords:** requirements of the quality management system, production processes, risk-oriented thinking.*

В 2015 году в России введена в действие новая версия стандарта ГОСТ Р ИСО 9001-2015, реализация требований которого делает риск-

ориентированное мышление и управление рисками обязательными элементами деятельности предприятия, имеющего функционирующую систему менеджмента качества [1]. В этом стандарте определены требования к среде организации и определению внешних и внутренних факторов, которые влияют на ее способность достигать намеченных целей и результатов. Действие этих многочисленных внешних и внутренних факторов, как положительных, так и отрицательных, приводит к разнообразным влияниям на цели предприятия, что в соответствии со стандартом ГОСТ Р ИСО/МЭК 31010-2011 и является рисками [2].

Современная концепция стандартов ИСО 9000 рассматривает риск-ориентированное мышление как неотъемлемый элемент системного менеджмента качества. Обоснованность и результативность решений в области качества напрямую зависит от того, как удастся должным образом выявить, проанализировать и устранить негативное влияние разнообразных рисков. Ясно, ни в одной, даже в самой эффективной системе менеджмента качества производственного предприятия в условиях реальных процессов многочисленные риски устранить полностью не удастся. Однако правильно выстроенная работа по выявлению наиболее значимых негативных факторов, количественной оценке их возможного проявления и влияния, регулярному контролю позволяет в определенной степени управлять рисками или осуществлять риск-менеджмент.

Анализ теоретических работ и практического опыта в области управления рисками показывает, что можно выделить два основных направления риск-менеджмента. Первое направление ориентировано на разработку организационно-технических мероприятий, позволяющих предупредить возможные риски. Второе направление связано с разработкой мер по минимизации негативных последствий для функционирования предприятия. Очевидно, что эффективная система менеджмента качества должна включать в себя оба этих вида риска-менеджмента.

Отправной точкой для построения риск-ориентированной системы менеджмента качества предприятия являются требования стандарта ГОСТ Р ИСО 9001-2015. Анализ данного стандарта позволил выделить достаточно большой список требований, связанных с управлением рисками.

В пункте 4.1 содержится требование, что организация должна определить внешние и внутренние факторы, относящиеся к ее намерениям и стратегическому направлению и влияющие на ее способность достигать желаемых результатов ее системы менеджмента качества. Организация должна осуществлять мониторинг и анализ информации об этих внешних и внутренних факторах. В пункте 4.2 отмечается, что заинтересованные стороны оказывают или могут оказывать влияние на способность органи-

зации постоянно поставлять продукцию и услуги, отвечающие требованиям потребителей и применимым к ним законодательным и нормативным правовым требованиям. Согласно требованиям подпункта 4.4.1f, организация должна учитывать риски.

Подпункт 5.1.2 требует, что высшее руководство должно продемонстрировать лидерство и приверженность в отношении ориентации на потребителя посредством обеспечения того, что риски, которые могут оказывать влияние на соответствие продукции и услуг и на способность повышать удовлетворенность потребителей, определены и рассмотрены.

Наиболее содержательным в отношении требований по управлению рисками является пункт 6.1 «Действия в отношении рисков и возможностей». В подпункте 6.1 указывается, что при планировании в системе менеджмента качества организация определить риски, подлежащие рассмотрению для:

- a) обеспечения уверенности в том, что система менеджмента качества может достичь своих намеченных результатов;
- b) увеличения их желаемого влияния;
- c) предотвращения или уменьшения их нежелательного влияния;
- d) достижения улучшения.

Согласно подпункта 6.1.2, организация должна планировать:

- a) действия по рассмотрению этих рисков; и
- b) то, каким образом: интегрировать и внедрять эти действия в процессы системы менеджмента качества; оценивать результативность этих действий.

Меры, принимаемые в отношении рисков и возможностей, должны быть пропорциональны их возможному влиянию на соответствие продукции и услуг. Согласно требованию пункта 6.3 организация должна рассматривать цель вносимого изменения и возможные последствия его внесения.

В пункте 8.1 содержатся требования, что организация должна планировать, внедрять процессы, необходимые для выполнения требований к поставке продукции и предоставлению. Организация должна управлять запланированными изменениями и анализировать последствия непредусмотренных изменений, предпринимая, при необходимости, меры по смягчению любых негативных воздействий. В подпункте 8.3.3e указывается, что организация должна определить потенциальные последствия неудачи, связанные с характером продукции и услуг. В подпункте 8.3.6 содержится требование, что при внесении изменений в ходе или после проектирования и разработки продукции и услуг организация должна регистрировать и сохранять документированную информацию по действиям, предпринятым для предотвращения неблагоприятного влияния. Подпункт 8.4.2 требует, чтобы организация должна обеспечить, чтобы процессы, продукция и

услуги, поставляемые внешними поставщиками, не оказывали негативного влияния на способность организации постоянно поставлять своим потребителям соответствующую продукцию и услуги. Согласно подпункта 8.5.5b, при определении объема требуемой деятельности после поставки организация должна рассматривать потенциальные нежелательные последствия, связанные с ее продукцией и услугами.

В подпункт 9.1.3е содержится требование, что организация должна анализировать и оценивать соответствующие данные и информацию, полученную в ходе мониторинга и измерения. Результаты анализа должны быть использованы для оценки результативности действий, предпринятых в отношении рисков. Подпункт 9.3.2е определяет, что анализ со стороны руководства должен планироваться и включать в себя рассмотрение результативности действий, предпринятых в отношении рисков.

Согласно требований подпункта 10.2.1е, при появлении несоответствий, в том числе связанных с претензиями, организация должна актуализировать при необходимости риски, определенные в ходе планирования.

Таким образом, для отечественных предприятий риски становятся одним из ключевых компонентов хозяйственной деятельности и неотъемлемым элементом системного менеджмента качества. В рамках реализации своих процессов им приходится постоянно принимать решения о приобретении сырья, материалов, комплектующих, о выборе рациональных схем организации производства, о применении моделей оборудования, о реализации продукции и т.п. Изменение конъюнктуры на рынках, действия конкурентов, смена предпочтений потребителей, изменения законодательства и другие факторы повседневной деятельности производственных предприятий обуславливают неоспоримую важность учета всех рисков в области качества.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ГОСТ Р ИСО 9001-2015 Системы менеджмента качества. Требования. Введ. 2015-11-01. М.: Стандартинформ, 2015. 32 с.
2. ГОСТ Р ИСО 31000-2010 Менеджмент риска. Принципы и руководство. Введ. 2011-09-01. М.: Стандартинформ, 2018. 27 с.

О ПРОБЛЕМЕ УПРАВЛЕНИЯ РИСКАМИ, А НЕ ДОКУМЕНТАМИ

Л.П. Тряпкина, А.Н. Буланов

Научный руководитель – **А.Н. Буланов**, ассистент

Ярославский государственный технический университет

В данной статье рассматриваются проблемы предприятий при переходе от риск-ориентированного мышления к внедрению процессов управления рисками. При этом многие сотрудники понимают, что чем больше они стараются управлять всеми возможными рисками, тем больше они погружаются в процесс управления ворохом бумаг, которые к рискам не имеют ни малейшего отношения.

***Ключевые слова:** риски, управление рисками, стандарты и методики, проблемы управления рисками, риск ориентированное мышление.*

ABOUT THE PROBLEM OF MANAGING RISKS, NOT DOCUMENTS

L.P. Tryapkina, A.N. Bulanov

Scientific Supervisor – **A.N. Bulanov**, Assistant

Yaroslavl State Technical University

The problems of enterprises in the transition from risk-based thinking to the implementation of risk management processes are considered. At the same time, many employees realize that the more they try to manage all possible risks, the more they are immersed in the process of managing a pile of securities that have nothing to do with risks.

***Keywords:** risks, risk management, standards and techniques, risk management problems, risk-oriented thinking.*

С принятием новой версии стандарта ИСО 9001-2015 вопрос применения рисков и риск ориентированного подхода перешел на новый уровень, тем самым повлек за собой много проблем и непонимания со стороны сотрудников. Требованием ГОСТ Р ИСО 9001-2015 пункт 6.1 [1] не установлено обязательное наличие документированной процедуры, предприятие самостоятельно разрабатывает данную процедуру.

В данной статье авторы выделяют три проблемы менеджмента по управлению рисками исходя их анализа требований стандартов серии ГОСТ Р ИСО 9001-2015 и ГОСТ Р ИСО 31000-2019 [2]:

- отсутствие сути понимания системы управления рисками;
- управление документами, а не рисками;
- использование «кривого глазомера».

Представим огромный массив информации и данных, которые надо проанализировать и дать заключение.

Однако при детальном анализе и углублении в информацию можно заметить различия источников, данные аналитиков для принятия верного решения. Нужен измерительный инструмент, фильтр, градация. Информация и ее массив – это риски, которые подстерегают нас на работе на каждом шагу. При этом стоит отметить, что риски на предприятии совершенно разные, и под одно «мерило» их не подвести. А суть такая же – значения рисков надо как минимум выровнять, т. е. самые «длинные риски» срезать до уровня хотя бы среднего. Инструментом, который бы подошел в данной ситуации – это деньги предприятия, которые периодически заканчиваются, а срезать риск (минимизировать) без денег проблематично. Часто мы видим, что, распределяя деньги, каждому достается по чуть-чуть. Чтобы никого не обидеть. Самым главным в этой системе является инструмент (мерило) – методика оценки рисков. Чем она точнее, правильнее разработана и применена, тем точнее мы определяем «длину» наших рисков. Естественно, что «абы какое» мерило нам не подойдет. К сожалению, в настоящее время на многих предприятиях используют «мерило», которое методикой оценки рисков, по сути, и не является. Суть управления рисками сводится к банальной расстановке приоритетов и правильному распределению ресурсов.

Управление документами, а не рисками. Представим следующее: применив глазомер, опишем в другом документе то, каким образом мы измеряли конкретные данные. Далее запишем все данные в единый реестр (реестр рисков), где напротив каждого значения укажем его ранг, измеренный согласно предыдущему документу. Затем, начиная от определенной, указанной в каком-то еще документе граничной шкалы, сформируем еще один реестр. После этого на каждую позицию из реестра составим план. Вроде бы все. Мы меняем один план на план мероприятий по минимизации рисков, который, по сути, ничего и не минимизирует. Другими словами, осуществляем безденежные организационные мероприятия. Создаем еще пачку документов, которые подтверждают исполнение плана по минимизации рисков. А затем снова мы повторяем все по кругу, но так, чтобы в документах было записано. И чем больше, тем лучше. При этом имеем три шкафа документов, и на бумаге все выглядит идеально, а главное – разобраться в этом практически невозможно. Гордо подняв голову,

можно доложить всем, что в нашей компании внедрен процесс управления рисками. Исходя из вышеуказанного, в компаниях внедряется не система управления и минимизации рисков, а система документооборота, которая симулирует эту систему. А по факту никакой системы управления рисками и не существует. Зачем? Часто звучит вопрос от сотрудников, который всегда остается без ответа. Для чего? Для галочки, для отчета высшему руководству. А зачем это акционерам? По идее понимать, сколько «денег» выдать и сколько они в будущем сэкономят. По факту – «быть в бренде».

Используем «кривой глазомер». Третья составляющая проблематики внедрения процессов управления рисками – это выбор или разработка инструментов для их оценки. Компании делают очень много ошибок, и все они разные. Рассмотрим два основных примера типовых ошибок.

Первый. Компания с помощью одного и того же глазомера пытается сравнить разные данные в одной системе. Другими словами, они используют одну и ту же методологию оценки рисков для совершенно разных типов рисков, а результаты оформляют в единый реестр. Надо применять более сложные инструменты и разнообразные методики для разных типов рисков, а затем разрабатывать какие-то метрики, коэффициенты, позволяющие разные риски с разной системой оценок привести к общему знаменателю, чтобы реально получить «Единые данные». Однако ведь это трудоемко! Да и зачем, если мы преследуем цель не внедрить систему управления рисками, а идем по пути создания системы документационного ролевого симулятора?

Второй. Сама методика оценки как таковой методикой и не является, т. е. наш глазомер на самом деле не глазомер, а что-то другое, например грабли. В доступной литературе в интернете описано огромное количество различных методик оценок рисков для совершенно разных случаев жизни: балльные, процентные, технические, экспертные и т. п. Но это, опять же, трудоемко. А зачем, если мы преследуем цель не внедрить систему управления рисками, а идем по другому пути?.. Многие компании выстраивают свой подход к оценке рисков исключительно на основе статистических данных. Да, статистика – страшная сила. Однако, согласитесь, когда мы выходим в поле и срезаем колоски, основываясь на данных прошлого года, это тоже не совсем правильно. Но самая популярная методика в России – «пальцем в небо».

Вероятность возникновения риска, основанная на мнении человека, матрично-соединенная с вероятными последствиями, опять же основанная на мнении этого же человека. Старайтесь избегать методик, в которых не заложены конкретные метрики и хоть какой-то намек на теорию вероятности. Создавать большой объем документов по таким методикам очень просто. Какова вероятность, что в нашу компанию упадет метеорит?

Пятьдесят на пятьдесят. А каковы последствия, если он в нас попадет? Варианты ответов – критические, значительные финансовые потери, небольшие финансовые потери, минимальные. Чтобы не разрабатывать планов по минимизации рисков, мы выбираем ответ «Небольшие финансовые потери». И риск уже незначительный, а значит, «срезать» его не надо. Как обосновать? С помощью статистики. Сколько компаний в мире за последние 20 лет разорил упавший на землю метеорит? Ни одной, а вот минимальные финансовые потери зафиксированы были (например, в Челябинске). Обратите внимание – методика-то работает. Наше мнение в данном примере простое – иногда и «пальцем в небо» можно попасть куда надо. Исходя из вышеуказанного, при полноценном внедрении системы управления рисками выбранная методика по оценке рисков – это краеугольный камень этой системы.

Допустив в работе по внедрению системы управления рисками хотя бы одну из перечисленных ошибок, мы автоматически перестаем внедрять эту систему, и начинаем разрабатывать, адаптировать, актуализировать до бесконечности сложную, многоиерархичную систему документооборота, которая является отличным симулятором системы управления рисками. Только рисками мы не управляем, так как все силы уходят на управление документацией. Не стараемся с помощью документов, реестров симулировать работающую систему управления рисками. Не тратим время на ненужное заполнение документов, лучше разработать хорошие инструменты, помогающие правильно расходовать свой ограниченный бюджет на решение нужных и приоритетных проблем.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ГОСТ Р ИСО 9001-2015. Системы менеджмента качества. Требования. Введ. 2015-11-01. М.: Стандартинформ, 2018. С. 32.
2. ГОСТ Р ИСО 31000-2019. Менеджмент риска. Принципы и руководство. Введ. 2020-03-01. М.: Стандартинформ, 2020. С. 20.

РОЛЬ РИСК-МЕНЕДЖМЕНТА В МЕТРОЛОГИЧЕСКОМ ОБЕСПЕЧЕНИИ АО «КЭТЗ»

М.Р. Халикова, Ф.М. Галимов

Научный руководитель – **Ф.М. Галимов**, д-р техн. наук,
профессор

Казанский национальный исследовательский технический университет
имени А.Н. Туполева – КАИ

Рассматриваются несколько видов рисков, которые привели к отрицательным последствиям в метрологическом обеспечении. На сегодняшний день тема устранения рисков очень актуально не только в метрологическом обеспечении, а также на производстве в целом. Это связано с тем, что риски встречаются в разных сферах.

Ключевые слова: управление рисками, метрологическое обеспечение, обеспечение единства измерений.

MANAGEMENT IN METROLOGICAL SUPPORT OF AO «KÉTZ»

M.R. Khalikova, F.M. Galimov

Scientific Supervisor – **F.M. Galimov**, Doctor of Technical
Sciences, Professor

Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev – KAI

Several types of risks are considered that led to negative consequences in metrological support. Today, the topic of risk elimination is very relevant not only in metrological support, but also in production in general. This is due to the fact that risks are encountered in different areas.

Keywords: risk management, metrological support, ensuring the uniformity of measurements.

Цель работы заключается в снижении количества последствий опасных событий и достижения поставленных целей организации на АО «КЭТЗ», направленных на расширение и улучшение перспектив, а также обеспечение энергетической эффективности и ресурсосбережения организации. В данной работе авторами разработана инструкция, предназначенная для уменьшения вероятности возникновения рисков, предусматривающая собой комплекс мероприятий для их устранения и исключения их возникновения.

Для решения поставленной цели должны быть решены следующие задачи:

- 1) изучение категории рисков и их возможные последствия;
- 2) изучение документации по рискам;
- 3) разработка инструкции по устранению рисков в метрологическом обеспечении на АО «КЭТЗ» (табл. 1).

Таблица 1. Инструкция по идентификации, анализу и принятию мер по устранению рисков в АО «КЭТЗ»

Идентификация и описание рисков			
Категория риска	Описание риска	Возможные последствия	Действия по предотвращению
1	2	3	4
Законодательные, информационные	1. Отсутствие прослеживаемости изменений в законодательстве РФ и НТД по метрологии.	1. Невыполнение требований по метрологическому обеспечению. 2. Запрет реализации продукции до устранения несоответствия.	1. Регулярный мониторинг web ресурсов Росстандарта на предмет законодательных изменений в области метрологии (ГОСТы, Постановления Правительства РФ и прочие нормативные документы). 2. Запрос и получение необходимой актуальной документации (при необходимости через КТОС). 3. Проверка в начале года через официальные интернет-сайты возможных изменений в области аккредитации органов Росстандарта (ФБУ «ЦСМ Татарстан»), при необходимости телефонные запросы и деловая переписка.
	2. Отсутствие актуальной информации об изменении области аккредитации органов Росстандарта (ФБУ «ЦСМ Татарстан») на право поверки СИ.	1. Несвоевременная государственная поверка СИ. 2. Поиск нового органа Росстандарта для государственной поверки, заключение договора на поверку.	

1	2	3	4
<p>Риски, связанные с персоналом</p>	<p>1. Недостаточная квалификация персонала. 2. Риски случайных ошибок исполнителя. 3. Риски отсутствия у исполнителя достаточной информации. 4. Нарушение требований руководящих документов по метрологии и стандартизации при выполнении работ.</p>	<p>1. Несвоевременное получение: - графиков калибровки/поверки СИ, аттестации ИО; - заявок на приобретение; - калибровки/поверки СИ, аттестации ИО; - ремонта СИ. 2. Несоответствие требованиям: - ошибки в разработанной документации и переданной заинтересованным лицам /подразделениям информации; - нарушение процедуры поверки СИ; - нарушение процедуры калибровки СИ; - неправильно проведенная аттестация ИО; - неправильный выбор мероприятий по устранению выявленных нарушений метрологических норм. 3. Выведения из строя СИ. 4. Несоответствие результатов измерений фактическим величинам.</p>	<p>1. Установление должностных обязанностей, прав и ответственности персонала в должностных инструкциях ОМ. 2. Регулярная проверка выполнения требований документации СМК, регламентирующей деятельность ОМ, при необходимости внесение дополнений и изменений. 3. Ознакомление под роспись персонала с должностными инструкциями, положением о подразделениях, документацией СМК. 4. Обучение персонала ОМ. 5. Обучение ответственных за состояние СИ в структурных подразделениях и своевременное предоставление графиков и самих СИ на поверку и калибровку. 6. Анализ и оценка деятельности персонала ОМ.</p>

1	2	3	4
Риски, связанные с поставщиком	<ol style="list-style-type: none"> 1. Отсутствие у поставщиков необходимых СИ, запасных частей и комплектующих (аксессуаров) для СИ. 2. Длительные сроки поставки. 3. Отсутствие первичной поверки закупленных СИ. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Несвоевременность закупки/аренды, а также ремонта СИ. 2. Невозможность ремонта СИ и его вынужденная замена. 3. Дополнительные расходы на приобретение новых СИ взамен вынужденно забракованных. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Поиск, сравнение предлагаемых услуг и продукции поставщиков СИ, запасных частей к СИ, комплектующих к СИ.
Производственные риски	<ol style="list-style-type: none"> 1. Просрочка оплаты счетов поверки СИ, аттестации ИО. 2. Несвоевременная загрузка счетов в StopPay. 3. Нарушение требований руководства пользования СИ в ходе эксплуатации подразделениями организации. 4. Использование неоригинальных комплектующих и аксессуаров. 5. Несоблюдение условий микроклимата рабочего места. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Нарушение графиков поверки СИ, несвоевременная поверка. 2. Несвоевременная аттестация ИО. 3. Штрафные санкции. 4. Невозможность эксплуатации неповеренных СИ и неаттестованного ИО. 5. Запрет реализации продукции до проведения поверки СИ и аттестации ИО. 6. Выведение из строя СИ, ухудшение его метрологических характеристик. 7. Необходимость проведения ремонта СИ, поверки и как следствие дополнительный расход бюджетных средств организации. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Планирование расходов на поверку СИ начальником ОМ. 2. Недопущение просрочки платежей и накопления долгов по неуплате счетов на проведения поверки СИ. 3. Регулярное доведение до главного инженера информации о неуплате и накапливаемом долге. 4. Проведение метрологического надзора в подразделениях. 5. Тщательный внешний осмотр СИ при их приеме на поверку/калибровку сотрудником ОМ. <p>Примечание: При нарушении графика поверки</p>

Окончание табл. 1

1	2	3	4
			необходимо учесть, что эксплуатация неуполномоченных СИ запрещена. Отсутствие поверенного СИ влечет за собой несвоевременную аттестацию ИО. На неаттестованном ИО нельзя испытывать продукцию.
	6. Несвоевременная оплата приобретения запасных частей, комплектующих, расходных материалов на ремонт и обслуживание СИ, ИО.	1. Несвоевременный ремонт и обслуживание СИ, ИО.	1. Заявлять заранее о необходимости проведения ремонта или обслуживания. 2. Доводить до Генерального директора степень важности приобретения тех или иных запасных частей, комплектующих, расходных материалов. 3. Периодический осмотр и оценка технического состояния подразделения, эксплуатирующими СИ, ИО.
	7. Несвоевременность предоставления транспорта для транспортировки СИ на поверку.	1. Нарушение графиков поверки СИ.	1. Доведение до ответственного руководителя степени важности выделения транспорта в заявленный срок.
	8. Несвоевременное предоставление СИ на калибровку, поверку.	1. Нарушение графиков калибровки СИ, несвоевременная калибровка.	1. Доведение до начальника подразделения, информации о СИ, не предоставленных на калибровку, поверку в ОМ.

В настоящей инструкции представлены основные категории риска отдела метрологии, возможные последствия и действия, в которых более подробно описано применение конкретных мероприятий, для уменьшения

степени возникновения риска и их влияния на выполнение задач по метрологическому обеспечению деятельности организации [1].

В своей работе рассмотрены следующие риски, встречающиеся в следующих типовых задачах метрологической службы [2, 3]:

Законодательные, информационные;

Риски, связанные с персоналом;

Риски, связанные с поставщиком;

Производственные риски.

Из них более подробно рассмотрены и описаны следующие категории риска:

1) Законодательные, информационные.

Описание риска:

• Отсутствие прослеживаемости изменений в законодательстве РФ и НТД по метрологии.

• Отсутствие актуальной информации об изменении области аккредитации органов Росстандарта (ФБУ «ЦСМ Татарстан») на право поверки СИ.

Возможные последствия:

• Невыполнение требований по метрологическому обеспечению.

• Запрет реализации продукции до устранения несоответствия.

• Несвоевременная государственная поверка СИ.

• Поиск нового органа Росстандарта для государственной поверки, заключение договора на поверку.

2) Риски, связанные с персоналом.

Описание риска:

• Недостаточная квалификация персонала.

• Риски случайных ошибок исполнителя.

• Риски отсутствия у исполнителя достаточной информации.

• Нарушение требований руководящих документов по метрологии и стандартизации при выполнении работ.

Возможные последствия:

• Несвоевременное получение:

- графиков поверки/калибровки СИ, аттестации ИО;

- заявок на приобретение;

- поверки/калибровки СИ, аттестации ИО;

- ремонта СИ.

• Несоответствие требованиям:

- ошибки в разработанной документации и переданной заинтересованным лицам /подразделениям информации;

- нарушение процедуры поверки СИ;

- нарушение процедуры калибровки СИ;

- неправильно проведенная аттестация ИО;

- неправильный выбор мероприятий по устранению выявленных нарушений метрологических норм.

- Выведения из строя СИ.
- Несоответствие результатов измерений фактическим величинам.

3) Риски, связанные с поставщиком

Описание риска:

• Отсутствие у поставщиков необходимых СИ, запасных частей и комплектующих (аксессуаров) для СИ.

- Длительные сроки поставки.
- Отсутствие первичной поверки закупленных СИ.

Возможные последствия:

- Несвоевременность закупки/аренды, а также ремонта СИ.
- Невозможность ремонта СИ и его вынужденная забраковка.
- Дополнительные расходы на приобретение новых СИ взамен вынужденно забракованных.

4) Производственные риски

Описание риска:

- Просрочка оплаты счетов поверки СИ, аттестации ИО.
- Несвоевременная загрузка счетов в программу «StopPay».
- Нарушение требований руководства пользования СИ в ходе эксплуатации подразделениями организации.

- Использование неоригинальных комплектующих и аксессуаров.
- Несоблюдение условий микроклимата рабочего места.

Возможные последствия:

- Нарушение графиков поверки СИ, несвоевременная поверка.
- Несвоевременная аттестация ИО.
- Штрафные санкции.
- Невозможность эксплуатации непереносимых СИ и неаттестованного ИО.

- Запрет реализации продукции до проведения поверки СИ и аттестации ИО.

- Выведение из строя СИ, ухудшение его метрологических характеристик.

- Необходимость проведения ремонта СИ, поверки и как следствие дополнительный расход бюджетных средств организации.

Описание риска:

- Несвоевременная оплата приобретения запасных частей, комплектующих, расходных материалов на ремонт и обслуживание СИ, ИО.

Возможные последствия:

- Несвоевременный ремонт и обслуживание СИ, ИО.

Описание риска:

- Несвоевременность предоставления транспорта для транспортировки СИ на поверку.

- Несвоевременное предоставление СИ на калибровку, поверку.

Возможные последствия:

- Нарушение графиков поверки СИ.

- Нарушение графиков калибровки СИ, несвоевременная калибровка.

Согласно ГОСТ Р 51897-2011 «Менеджмент риска. Термины и определения», риск – следствие влияния неопределенности на достижение поставленных целей [4].

Риск часто характеризуется ссылкой на потенциально возможные события (включая изменения обстоятельств) и соответствующей вероятности, последствия или их комбинации [5].

Настоящая инструкция предназначена для уменьшения вероятности возникновения рисков и предусматривает собой комплекс мероприятий для их устранения и исключения их возникновения.

Благодаря глубокому исследованию, данная инструкция идентификации и анализа риска помогает лицам, принимающим решения, и ответственным сторонам влиять на достижение поставленных целей, а также выбирать адекватные и эффективные средства управления риском.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Положение об отделе метрологии АО «КЭТЗ», 2017.
2. ГОСТ Р ИСО/МЭК 31010-2011 Менеджмент риска. Методы оценки риска. Введ. 2012-12-01. М.: Стандартинформ, 2012. 74 с.
3. ГОСТ Р 31000-2010 Менеджмент риска. Принципы и руководство. Введ. 2011-09-01. М.: Стандартинформ, 2018. 26 с.
4. ГОСТ Р 51897-2011 Менеджмент риска. Термины и определения. Введ. 2012-12-01. М.: Стандартинформ, 2019. 16 с.
5. *Федюков В.И.* Аудит качества: учебное пособие / В.И. Федюков, Е.Ю. Салдаева: Поволжский государственный технологический университет: ПГТУ, 2017. С. 9-67.