

Министерство науки и высшего образования РФ
Российская академия архитектуры и строительных наук
Администрация Тамбовской области
Администрация города Тамбова
ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет»
Институт архитектуры, строительства и транспорта

СОВРЕМЕННАЯ НАУКА: ТЕОРИЯ, МЕТОДОЛОГИЯ, ПРАКТИКА



*МАТЕРИАЛЫ
2-ОЙ ВСЕРОССИЙСКОЙ (НАЦИОНАЛЬНОЙ)
НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ*



ТАМБОВ, 28-29 МАЯ 2020 г.

Министерство науки и высшего образования РФ
Российская академия архитектуры и строительных наук
Администрация Тамбовской области
Администрация города Тамбова
ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет»
Институт архитектуры, строительства и транспорта

СОВРЕМЕННАЯ НАУКА: ТЕОРИЯ, МЕТОДОЛОГИЯ, ПРАКТИКА

**Материалы
2-ой Всероссийской (национальной)
научно-практической конференции**

Тамбов, 28-29 мая 2020 г.

Тамбов 2020

УДК 08
ББК 1
С56

Рекомендовано к печати Научно-техническим советом ФГБОУ ВО "ТГТУ"

Редакционная коллегия:

Монастырев П.В. (отв. редактор), Громов Ю.Ю., Чернышова Т.И.,
Полушкин Д.Л., Спиридонов С.П., Орлова Е.Ю., Гавриков В.А., Ведищев С.М., Антонов А.И.,
Умнова О.В., Милованов А.В., Андрианов К.А., Доровских Д.В. (отв. за выпуск).

*Сборник подготовлен по материалам, переданным в электронном варианте
и сохраняет авторскую редакцию.*

С56 Современная наука: теория, методология, практика: Материалы 2-й всероссийской (национальной) научно-практической конференции, 28-29 мая 2020 г. / ФГБОУ ВО "Тамбовский государственный технический университет". – Тамбов, Изд-во ИП Чеснокова А.В., 2020. – 280 с.

Представлены научные статьи ведущих российских ученых и специалистов, преподавателей, аспирантов, соискателей и студентов по основным научным направлениям конференции; рассмотрены вопросы архитектуры, градостроительства, дизайна, расчета строительных конструкций, проектирования строительных материалов, проектирования, строительства и эксплуатации автомобильных дорог, реконструкции и реставрации зданий, автомобильного хозяйства, безопасности дорожного движения, агроинженерии, экономики, юриспруденции, профессионального образования.

Материалы 2-й всероссийской (национальной) научно-практической конференции могут быть полезны научным, инженерно-техническим работникам научно-исследовательских, проектных и производственных организаций, а также преподавателям, аспирантам, студентам вузов.

Сборник статей входит в наукометрическую базу РИНЦ (eLibrary.ru)

© Авторы статей, 2020
© ФГБОУ ВО "Тамбовский государственный
технический университет", 2020
© Издательство ИП Чеснокова А.В., 2020

ISBN978-5-6043764-1-6

СОДЕРЖАНИЕ

ПЛЕНАРНЫЕ ДОКЛАДЫ.....	7
<i>Демин О.Б., Копылов В.И.</i> О НЕКОТОРЫХ ПРОБЛЕМАХ И МЕТОДАХ ПРИСПОСОБЛЕНИЯ ОБЪЕКТОВ КУЛЬТУРНОГО НАСЛЕДИЯ К СОВРЕМЕННОМУ ИСПОЛЬЗОВАНИЮ (НА ПРИМЕРЕ ТАМБОВСКОЙ ОБЛАСТИ).....	7
<i>Чернышов Е.М., Макеев А.И.</i> К ПРОБЛЕМЕ РАЗВИТИЯ ТЕОРИИ КОНСТРУИРОВАНИЯ И СИНТЕЗА СТРУКТУРЫ КОНГЛОМЕРАТНЫХ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОМПОЗИТОВ.....	15
<i>Леденев В.И., Меркушева Н.П.</i> АКУСТИЧЕСКИЕ РАСЧЕТЫ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ ШУМОЗАЩИТЫ НЕПОСТОЯННЫХ РАБОЧИХ МЕСТ В ПОМЕЩЕНИЯХ С АВТОМАТИЗИРОВАННЫМИ ПРОИЗВОДСТВЕННЫМИ ПРОЦЕССАМИ.....	31
<i>Поливанова Т.В., Рябцева С.А., Семичева Н.Е.</i> ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ БИОГАЗОВЫХ УСТАНОВОК В САХАРНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ.....	38
<i>Мамонтов А.А., Ярцев В.П.</i> РАЗРАБОТКА ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫХ ПЕНОПОЛИСТИРОЛЬНЫХ СЛОИСТЫХ ИЗДЕЛИЙ С ВЫСОКИМИ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫМИ СВОЙСТВАМИ.....	40
<i>Федосов С.В., Румянцева В.Е., Красильников И.В.</i> МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ПРОМЕРЗАНИЯ КОНСТРУКЦИЙ.....	45
<i>Завражнов А.И., Ведищев С.М., Зазуля А.Н., Коновалов В.В.</i> ЭФФЕКТИВНОСТЬ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ЛИНИЙ РАЗДАЧИ КОРМОВ	50
<i>Балабанов П.В., Дивин А.Г., Егоров А.С., Юдаев В.А.</i> АЛГОРИТМ И ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДЛЯ ОБРАБОТКИ СПЕКТРОГРАММ ЯБЛОК.....	55
<i>Доровских Д.В., Милованов А.В.</i> АНАЛИЗ СОВРЕМЕННЫХ НАПРАВЛЕНИЙ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ТЕХНИЧЕСКОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ АВТОМОБИЛЕЙ.....	57
СЕКЦИЯ 1. АРХИТЕКТУРА	64
<i>Сасова Е. А.,Птичникова Г. А.</i> НОВЫЕ ПОДХОДЫ К ПРОЕКТИРОВАНИЮ ГОРОДСКИХ БУЛЬВАРОВ.....	64
<i>Донских К.С., Леденева Г.Л.</i> ЧЕЛОВЕК КАК МЕРА ВСЕХ ВЕЩЕЙ.....	70
<i>Донских К.С., Леденева Г.Л.</i> КАНОНЫ КРАСОТЫ В РАЗНЫЕ ПЕРИОДЫ.....	73
<i>Антонов А.И., Яровая Т.С.,</i> ЗАВИСИМОСТЬ СРЕДНЕЙ ДЛИНЫ СВОБОДНОГО ПРОБЕГА ЗВУКА ОТ ПОЛОЖЕНИЯ ИСТОЧНИКА В ПОМЕЩЕНИИ С ПЕРЕГОРОДКАМИ НЕПОЛНОЙ ВЫСОТЫ.....	75
<i>Антонов А.И., Дякина А.С., Путинцева А.А.</i> ОЦЕНКА АКУСТИЧЕСКОГО КОМФОРТА КВАРТИР В ГОРОДСКОЙ ЗАСТРОЙКЕ.....	79
<i>Ельчищева Т.Ф., Жоркина Д.Г.</i> ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ СТИЛЯ МИНИМАЛИЗМ В ДИЗАЙНЕ ИНТЕРЬЕРОВ.....	84
<i>Горин В.А., Клименко В.В.,Гречко Д.А.</i> СНИЖЕНИЕ ШУМА РЕЛЬСОВОГО ТРАНСПОРТА В ЖИЛОЙ ЗАСТРОЙКЕ Г. КРАСНОДАРА.....	89
<i>Горин В.А., Клименко В.В.,Гречко Д.С.</i> ЗАЩИТА ЖИЛОЙ ЗАСТРОЙКИ ОТ АВТОТРАНСПОРТНОГО ШУМА В Г. КРАСНОДАРЕ..	91
<i>Матвеева И.В., Порфирьева О.В.</i> ШУМОЗАЩИТНЫЕ МЕРОПРИЯТИЯ В ЗОНЕ ВЛИЯНИЯ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ.....	93
<i>Гостев В.А.</i> К ВОПРОСУ О ПРИМЕНЕНИИ ДЕЙСТВУЮЩИХ НОРМ ПО БЕЗОПАСНОСТИ К ОБЪЕКТУ КУЛЬТУРНОГО НАСЛЕДИЯ.....	96
<i>Гостев В.А.</i> К ВОПРОСУ О ПРОБЛЕМАХ СОХРАНЕНИЯ И ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ОБЪЕКТОВ КУЛЬТУРНОГО НАСЛЕДИЯ В НАСТОЯЩЕЕ ВРЕМЯ.....	99

СЕКЦИЯ 2. ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ.....	103
<i>Альджабуби Д.З., Крюкова А.А., Ярцев В.П.</i> ВЛИЯНИЕ ОРГАНИЧЕСКОГО И СТАЛЬНОГО ФИБРОВОЛОКНА НА ПРОЧНОСТНЫЕ СВОЙСТВА ЦЕМЕНТНОГО БЕТОНА.....	103
<i>Трофимов В.И., Джабаров А.С., Лёушкин В.Ю.</i> К ВОПРОСУ ПОВЫШЕНИЯ ТРЕЩИНОСТОЙКОСТИ ДОРОЖНЫХ ЦЕМЕНТОБЕТОННЫХ ПЛИТ ДЛЯ АРКТИЧЕСКИХ ЗОН	105
<i>Изотов Е.А., Рябов Г.Г.</i> БЕТОННЫЕ СМЕСИ НА ОСНОВЕ НИЗКОКАЛЬЦИЕВЫХ ЗОЛ-УНОСА.....	108
<i>Али Р.А., Белов В.В.</i> ГАЗОБЕТОН НЕАВТОКЛАВНОГО ТВЕРДЕНИЯ НА ОСНОВЕ ОТХОДОВ ДРОБЛЕНИЯ (МИНЕРАЛЬНОГО ПОРОШКА).....	110
<i>Михайлов В.А., Ерофеев А.В., Горских Д.Н.</i> ВЛИЯНИЕ ПАРАМЕТРОВ ОКРАШИВАНИЯ ГИПСОВЫХ ИЗДЕЛИЙ В ЗЕЛЕНЬ ЦВЕТ МЕТОДОМ ОКРАШИВАНИЯ ВНЕШНЕГО СЛОЯ НА ИХ ВНЕШНИЙ ВИД.....	113
<i>Дранников Р.Н., Ерофеев А.В., Горохов Т.И.</i> ОПРЕДЕЛЕНИЕ ИСХОДНЫХ ДАННЫХ ДЛЯ РАСЧЕТА ТЕРМОФЛУКТУАЦИОННЫХ КОНСТАНТ ОБОБЩЕННОГО УРАВНЕНИЯ ЖУРКОВА ПОЛИВИНИЛХЛОРИДНЫХ ПЛИТ.....	116
<i>Кожухина О.Н., Петросян Д.О., Хен Н.С.</i> ПРОБЛЕМЫ ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ТЕПЛОЗАЩИТЫ НАРУЖНЫХ СТЕН ЗДАНИЙ В УСЛОВИЯХ ТАМБОВСКОЙ ОБЛАСТИ.....	120
<i>Ефремов М.Ю., Бацунова А.В.</i> УСТРОЙСТВО ЛЕГКОСБРАСЫВАЕМЫХ СВЕТОПРОЗРАЧНЫХ КОНСТРУКЦИЙ С РАЗРУШАЕМЫМИ УЗЛАМИ КРЕПЛЕНИЙ КАК ЭФФЕКТИВНЫЙ СПОСОБ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ВЗРЫВОБЕЗОПАСНОСТИ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ЗДАНИЙ.....	124
<i>Бабайцева И.В., Дегтярев А.А., Ростова Д.П.</i> ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ СМАЧИВАТЕЛЕЙ ДЛЯ ПИГМЕНТА ЖЕЛТОГО СВЕТОПРОЧНОГО 2 «З» ВОДОЙ НА ОСНОВАНИИ КВАНТОВО-ХИМИЧЕСКОГО ПОДХОДА.....	126
<i>Антонов В.М., Аль-Накди И.А.</i> СРАВНЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ЭКСПЕРИМЕНТОВ И ЧИСЛЕННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРИ ОЦЕНКЕ ЗАВИСИМОСТИ МОДУЛЯ ДЕФОРМАЦИИ ОТ ПЛОТНОСТИ ПЕСЧАНОГО ОСНОВАНИЯ.....	130
<i>Ярцев В.П., Кузнецов В.А.</i> ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕПЛОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ МАЛОЭТАЖНОГО ЖИЛОГО ДОМА.....	136
<i>Ярцев В.П., Мамонтов С.А., Савенков Д.А.</i> ВЛИЯНИЕ ОТХОДОВ КОЖЕВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА НА ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ СВОЙСТВА СТРОИТЕЛЬНОГОБИТУМА.....	139
<i>Мамонтов С.А., Мамонтов А.А.</i> ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ДОЛГОВЕЧНОСТИ ДРЕВЕСНЫХ КОМПОЗИТОВ ГРАФОАНАЛИТИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКОЙ РЕЗУЛЬТАТОВ УСКОРЕННОГО СТАРЕНИЯ... ..	143
<i>Умнов А.Е., Худяков А.В.</i> ПРИМЕНЕНИЕ ТОНКОСТЕННЫХ ПРОСТРАНСТВЕННЫХ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ ПОКРЫТИЯ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ.....	146
<i>Шпагин П.О.</i> ПОРАЖЕНИЯ ДРЕВЕСИНЫ СТЕН ПАМЯТНИКОВ АРХИТЕКТУРЫ ДЕРЕВЯННОГО ЗОДЧЕСТВА.....	149
<i>Шпагин П.О.</i> ЗАМЕНА НИЖНИХ ВЕНЦОВ СРУБА ПРИ РЕКОНСТРУКЦИИ ПАМЯТНИКОВ ДЕРЕВЯННОГО ЗОДЧЕСТВА.....	152
<i>Чернышёва А.А.</i> АНАЛИЗ КОНСТРУКТИВНЫХ РЕШЕНИЙ И СПОСОБОВ ЗАМЕНЫ ДЕРЕВЯННЫХ БАЛОЧНЫХ ПЕРЕКРЫТИЙ.....	155
<i>Бачи Бахаи Муса, Леденев В.В.</i> КОНСТРУКТИВНЫЕ РЕШЕНИЯ ВЫСОТНЫХ ЗДАНИЙ.....	157
<i>Бачи Бахаи Муса, Леденев В.В.</i> РАСЧЕТ КОНСТРУКЦИЙ ЗДАНИЯ НА ТЕМПЕРАТУРНОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ.....	159

<i>Даниш А.Б., Я. Кейта., Леденев В.В., Савинов Я.В., Умнова О.В.</i> КОНЦЕНТРАТОРЫ НАПРЯЖЕНИЙ В ЗДАНИЯХ С НЕСУЩИМИ СТЕНАМИ.....	163
<i>Баклыков Г.А., Григорьев Н.Н.</i> АНАЛИТИЧЕСКИЙ ОБЗОР СОВРЕМЕННЫХ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫХ ФАСАДНЫХ СИСТЕМ ЗДАНИЙ.....	168
<i>Болдырев А.М., Першин В.Ф., Сизинцев С.В., Санников В.Г.</i> ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ УГЛЕРОДНЫХ НАНОТРУБОК ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ МЕЛКОЗЕРНИСТОЙ СТРУКТУРЫ СВАРНЫХ ШВОВ.....	171
<i>Максимова И.А., Крайний И.А., Пакин В.А., Зарапин Ю.А.</i> ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ НАЦИОНАЛЬНОГО ПРОЕКТА «БЕЗОПАСНЫЕ И КАЧЕСТВЕННЫЕ АВТОМОБИЛЬНЫЕ ДОРОГИ» В Г. ТАМБОВЕ.....	176
<i>Чиркина Е.А., Андрианов К.А.</i> СПОСОБЫ ТЕХНОЛОГИИ СТАБИЛИЗАЦИИ И УКРЕПЛЕНИЯ ГРУНТОВ НА АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГАХ.....	178
<i>Мионов Д.А., Соломатин Е.О., Умняков А.М.</i> АНАЛИЗ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ СИСТЕМЫ ОТВОДА ПОВЕРХНОСТНЫХ СТОЧНЫХ ВОД В Г. ТАМБОВЕ.....	181
<i>Макаров А.М., Сыщикова М.Р.</i> ИССЛЕДОВАНИЕ ИНТЕНСИВНОСТИ ДВИЖЕНИЯ ТРАНСПОРТНЫХ ПОТОКОВ В Г. РОССОШЬ.....	184
<i>Хольшев Н.В., Висков Н.В.,</i> ПРИБОР ДЛЯ УДАРНЫХ ИСПЫТАНИЙ ЛАКОКРАСОЧНЫХ ПОКРЫТИЙ.....	188
<i>Доровских Д.В., Милованов А.В.</i> МОНИТОРИНГ СОСТОЯНИЯ КАЧЕСТВА УСЛУГ ТЕХНИЧЕСКОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ И РЕМОНТА АВТОМОБИЛЕЙ.....	192
<i>Доровских Д.В., Глазков Ю.Е., Доровских И.Ю., Глазкова М.М.</i> ИССЛЕДОВАНИЕ ИЗМЕНЕНИЙ ТРИБОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ МОТОРНЫХ, ТРАНСМИССИОННЫХ И КОМПРЕССОРНЫХ МАСЕЛ ВО ВРЕМЯ ЭКСПЛУАТАЦИИ АВТОМОБИЛЕЙ.....	196
<i>Доровских Д.В., Глазков Ю.Е., Доровских И.Ю., Глазкова М.М.</i> АНАЛИЗ ПУТЕЙ УЛУЧШЕНИЯ ДИЗЕЛЬНОГО ТОПЛИВА ПРИМЕНЕНИЕМ БИОДОБАВОК.....	200
<i>Доровских Д.В., Глазков Ю.Е., Доровских И.Ю., Глазкова М.М.</i> АНАЛИТИЧЕСКИЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ ПРОЦЕССА ФИЛЬТРАЦИИ ТОПЛИВА В ДИЗЕЛЬНЫХ ДВИГАТЕЛЯХ.....	205
<i>Александркин Н.Ю., Гавриков В.А.</i> ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ АВТОМАТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ДОРОЖНЫМ ДВИЖЕНИЕМ В РОССИИ.....	210
<i>Галушина Е.А., Гавриков В.А.</i> ПРОБЛЕМЫ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ТРАНСПОРТНЫХ ПОТОКОВ НА УЛИЧНО-ДОРОЖНОЙ СЕТИ ГОРОДОВ.....	212
<i>Лавренченко А.А., Кумарин В.В., Четвертков А.В.</i> ПРОБЛЕМЫ ДИАГНОСТИРОВАНИЯ ЦИЛИНДРО-ПОРШНЕВОЙ ГРУППЫ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ.....	214
<i>Лавренченко А.А., Кумарин В.В., Четвертков А.В.</i> СОВРЕМЕННЫЕ СРЕДСТВА ДИАГНОСТИКИ ЦПГ ДВИГАТЕЛЕЙ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ.....	217
<i>Черешнев В.О., Кулешов И.В., Проскурин С.Г.</i> СРАВНЕНИЕ УЗИ И ОКТ В КАЧЕСТВЕ МЕТОДОВ ВИЗУАЛИЗАЦИИ СТРУКТУР КОЖИ И КРОВЕНОСНЫХ СОСУДОВ.....	219
СЕКЦИЯ 3. СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ НАУКИ.....	223
<i>Белокопытов А.А.</i> ОБОСНОВАНИЕ КОНСТРУКТИВНЫХ ПАРАМЕТРОВ БАРАБАННОГО ИЗМЕЛЬЧИТЕЛЯ КОРНЕПЛОДОВ.....	223
<i>Брусенков А.В., Мякотин В.О.</i> ОБЗОР И АНАЛИЗ ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ ДЛЯ МОЙКИ КОРНЕКЛУБНЕПЛОДОВ НА ЖИВОТНОВОДЧЕСКИХ ФЕРМАХ.....	226

Брусенков А.В., Струков И.А. ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ САХАРНОЙ СВЕКЛЫ В РАЦИОНАХ КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА.....	231
Брусенков А.В., Струков И.А., Мякотин В.О. ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА ХРАНЕНИЕ САХАРНОЙ СВЕКЛЫ.....	234
Зазуля А.Н., Ведищев С.М., Глазков А.Ю. ОБОСНОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ УСТРОЙСТВА ВНЕСЕНИЯ КОНСЕРВАНТОВ.....	238
Котовская В.О., Ведищев С.М., Завражнов А.И., Кажияхметова А.А., Ткачев А. С. ЗАТРАТЫ МОЩНОСТИ ШНЕКОВОГО ДОЗАТОРА.....	241
Котовская В.О., Ведищев С.М., Бралиев М.К., Кажияхметова А.А., Ткачев А. С. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ЗАТРАТ МОЩНОСТИ ШНЕКОВОГО ДОЗАТОРА.....	245
Кочергина Е. А., Кажияхметова А.А., Ткачев А. С., Наружной Д.Ю., Рзянин Н.С. БУНКЕРНЫЕ КОРМОРАЗДАТЧИКИ ДЛЯ СВИНЕЙ.....	249
Выгузов М.Е., Горбачева А.А., Выгузова Е.Ю. ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ПРОИЗВОДСТВА ИННОВАЦИОННОГО БЕЛКОВОГО КОРМОПРОДУКТА ДЛЯ ЖИВОТНЫХ НА БАЗЕ ВЫСОКОТЕХНОЛОГИЧНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ «ЛАДЕСОЛ-ТАМБОВ».....	252
Горбачева А.А., Выгузов М.Е., БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ БРОЖЕНИЯ ПИВА НА ТАМБОВЩИНЕ.....	255
СЕКЦИЯ 4. ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ.....	259
Аленичева Е.В., Кожухина А.И. ФОРМИРОВАНИЕ ДОХОДНОЙ НЕДВИЖИМОСТИ: ОПЫТ И ПЕРСПЕКТИВЫ.....	259
Саталкина Н.И., Лавренченко А.А. ПРОБЛЕМЫ ВНЕДРЕНИЯ ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ АВТОТРАНСПОРТНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ.....	262
Саталкина Н.И. ЦИФРОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ОБЕСПЕЧЕНИИ ЭФФЕКТИВНОСТИ БИЗНЕС- ПРОЦЕССОВ ПРЕДПРИЯТИЙ.....	266
СЕКЦИЯ 5. ИНЖЕНЕРНАЯ ПЕДАГОГИКА.....	268
Старкова Т.В., Мищенко Е.С., Монастырев П.В. ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВА ПОДГОТОВКИ АРХИТЕКТОРОВ ЗА СЧЕТ ПРИВЛЕЧЕНИЯ СТУДЕНТОВ К РЕШЕНИЮ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ ЗАДАЧ РЕГИОНА.....	268
Ауад М.С., Евдокимцев О.В., Монастырев П.В. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОГО КОМПЛЕКСА SCAD OFFICE В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ ДИСЦИПЛИНЫ «МЕТАЛЛИЧЕСКИЕ КОНСТРУКЦИИ, ВКЛЮЧАЯ СВАРКУ».....	274
Монастырев П.В., Умнова О.В., Струлев С.А. СТРОИТЕЛЬНОЕ ОБРАЗОВАНИЕ В ПЕРИОД ЦИФРОВИЗАЦИИ ЭКОНОМИКИ РФ.....	278

УДК 69.059.7

13.61.11 Современное состояние охраны памятников истории и культуры

**О НЕКОТОРЫХ ПРОБЛЕМАХ И МЕТОДАХ ПРИСПОСОБЛЕНИЯ
ОБЪЕКТОВ КУЛЬТУРНОГО НАСЛЕДИЯ К СОВРЕМЕННОМУ ИСПОЛЬЗОВАНИЮ
(НА ПРИМЕРЕ ТАМБОВСКОЙ ОБЛАСТИ)**

Демин О.Б.,

*ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», доцент, кандидат
технических наук, научный руководитель Академического Научно-технического центра
по проблемам строительства и архитектуры ТГТУ
e-mail: obdemin68@mail.ru*

Копылов В.И.,

*начальник Управления по государственной охране объектов культурного наследия
Тамбовской области
e-mail: post@pam.tambov.gov.ru*

Рассматривая проблемы сохранения объектов культурного наследия, хочется отметить, что Россия обладает колоссальным культурным наследием. В настоящее время отводится огромная роль сохранению этого национального достояния и идентичности. Памятники истории и культуры являются подлинными свидетелями исторических событий, воплощают в себе знания и умения своих создателей и их эстетические и этические предпочтения, обладают неоспоримой значимостью для развития общества в целом.

Именно поэтому значимость сохранения объектов культурного наследия отражена в законодательстве страны и, прежде всего, в Конституции Российской Федерации. Так в Конституции Российской Федерации статья 44 гласит о том, что «каждый обязан заботиться о сохранении исторического и культурного наследия, беречь памятники истории и культуры». В дополнении к этой статье конституции в 2002 году был принят Федеральный закон «Об объектах культурного наследия (памятниках истории и культуры) народов Российской Федерации».

Рассматривая проблемы сохранения объектов культурного наследия, хочется отметить, что Россия обладает колоссальным культурным наследием. В настоящее время отводится огромная роль сохранению этого национального достояния и идентичности. Памятники истории и культуры являются подлинными свидетелями исторических событий, воплощают в себе знания и умения своих создателей и их эстетические и этические предпочтения, обладают неоспоримой значимостью для развития общества в целом.

Именно поэтому значимость сохранения объектов культурного наследия отражена в законодательстве страны и, прежде всего, в Конституции Российской Федерации. Так в Конституции Российской Федерации статья 44 гласит о том, что «каждый обязан заботиться о сохранении исторического и культурного наследия, беречь памятники истории и культуры». В дополнении к этой статье конституции в 2002 году был принят Федеральный закон «Об объектах культурного наследия (памятниках истории и культуры) народов Российской Федерации».

Рассматривая проблемы сохранения объектов культурного наследия, хочется отметить, что Россия обладает колоссальным культурным наследием. В настоящее время отводится огромная роль сохранению этого национального достояния и идентичности. Памятники истории и культуры являются подлинными свидетелями исторических событий, воплощают в себе знания и умения своих создателей и их эстетические и этические предпочтения, обладают неоспоримой значимостью для развития общества в целом.

Именно поэтому значимость сохранения объектов культурного наследия отражена в законодательстве страны и, прежде всего, в Конституции Российской Федерации. Так в Конституции Российской Федерации статья 44 гласит о том, что «каждый обязан заботиться о сохранении исторического и культурного наследия, беречь памятники истории и культуры». В дополнении к этой статье конституции в 2002 году был принят Федеральный закон «Об объектах культурного наследия (памятниках истории и культуры) народов Российской Федерации».

Эти обстоятельства привели в отношении зданий как объектов культурного наследия к серьезной проблеме. С одной стороны, мы должны при реставрации сохранить эти здания в неизменном виде, а с другой стороны они должны быть изменены в соответствии с современными требованиями. Поэтому

объекты культурного наследия часто оказываются не пригодными к современному использованию, в них часто не вписываются современные требования. В результате это противоречие часто приводит к тому, что здания, как объекты культурного наследия, утрачивают свою значимость, не эксплуатируются, стареют, доходят до аварийного состояния, под различными предлогами сносятся и утрачиваются, перестраивались или сносились, в виду плохого ухода.

В Градостроительном кодексе Российской Федерации, в Федеральном законе №73, прописано все многообразие вопросов и действий, связанных с владением, сохранением, реставрацией и эксплуатацией памятников объектов культурного наследия. Законодательством предусматриваются и регламентируются проводимые работы по сохранению зданий объектов культурного наследия, разделяя их на: консервацию, ремонт, реставрацию и приспособление их для современного использования.

За последние несколько десятилетий были существенно пересмотрены подходы к определению понятия «культурное и историческое наследие» как наиболее развитыми странами мира, так и международными организациями, в первую очередь, ЮНЕСКО, в компетенцию которых входят вопросы охраны культурного наследия. Если раньше охрана культурного наследия сводилась к охране отдельных выдающихся материальных памятников, то новые подходы к определению понятия историко-культурного наследия и его охране предполагают:

- переход от охраны отдельных объектов – памятников – к охране городской среды в целом, включающей как выдающиеся памятники, так и объекты рядовой застройки, а также окружающий природный ландшафт;
- переход от охраны только ярких памятников к охране исторической застройки, отражающей образ жизни горожанина или сельского жителя;
- интеграцию наследия в повседневную жизнь города и превращение её в неотъемлемый и обязательный элемент;
- активное участие местных жителей в сохранении культурного наследия и его включения в социальную и экономическую жизнь города.

Основной проблемой, связанной с применением комплексного понимания термина «объект культурного и исторического наследия», является необходимость, с одной стороны, изыскать средства для содержания и реставрации многочисленных памятников (содержать все объекты культурного наследия за свой счет является сложной задачей для любого государства), а с другой – включить объекты культурного наследия в повседневную жизнь города и ввести их в экономический оборот. Мировой опыт показал, что хорошо сохраняется только тот объект культурного наследия, который тем или иным образом востребован и успешно эксплуатируется.

В мире сегодня используются четыре основных способа решения этой задачи:

- приватизация памятников с наложением бремени на частных собственников;
- девелопмент ("совершенствование") или приспособление объектов культурного наследия под современные функциональные процессы;
- развитие культурного и познавательного туризма и создание на базе объектов культурного наследия туристических продуктов и брендов;
- продажа образа, ауры исторического и культурного наследия, когда привлекательность исторических городов и отдельных исторических районов используется для увеличения стоимости новой недвижимости.

Как правило, эти методы применяются в комплексе, в связи с тем, что ни один из этих методов не признается специалистами идеальным и каждый из них имеет свои существенные недостатки.

Приватизация объектов культурного наследия является одним из наиболее распространенных способов привлечения на их реставрацию и содержание частных инвестиций в странах.

Например, во Франции в частной собственности находится порядка 50% зданий, признанных памятниками архитектуры, находящихся под охраной государства. В тех странах, где работает подобная система, собственник принимает на себя обязательства по сохранению, использованию памятников и обеспечению доступа туристов к объектам культурного наследия. За нарушение собственником принятых обязательств законодательство стран ЕС предусматривает жесткие санкции, вплоть до конфискации памятника без каких-либо компенсаций. Необходимо отметить, что основной задачей приватизации памятников в странах ЕС является не получение дополнительных доходов в бюджет государства, а освобождение государства от бремени расходов на реставрацию и содержание памятников и передача этих обязательств частным владельцам.

Очевидно, что реставрация достаточно затратная процедура, может обходиться несколько дороже нового строительства из-за многочисленных сложностей и ограничений. Именно поэтому на использование приватизированных объектов культурного наследия в странах ЕС применяется целый ряд инструментов экономического стимулирования владельцев памятников – субсидий и льгот. Именно этим обусловлен тот факт, что памятники становятся привлекательными объектами для частных инвести-

ций, а сами эти инвестиции не только не наносят им вреда, но и позволяют сохранять их в надлежащем состоянии. В мировой практике применяются и другие инструменты поддержки частных владельцев памятников.

Реставрация с приспособлением считается наименее рациональным и щадящим способом регенерации объекта культурного наследия. Однако, при реализации он может нести в себе существенные риски утраты подлинности памятника. В мире, в нашей стране накоплен достаточно большой опыт в этом, однако достаточно сложно найти успешные примеры приспособления памятников истории и культуры. Очень часто использованные приемы приводят к утратам особенностей, порой очень значительным, предметов охраны объектов культурного наследия. Наиболее широко и успешно этот прием используется для регенерации районов рядовой исторической городской застройки, которая сама по себе не является памятником и самостоятельной культурной и исторической ценности не имеет.

Туризм – это наиболее очевидный и традиционный способ капитализации объектов наследия и обеспечения возврата инвестиций в реставрацию и содержание памятников. Согласно различным источникам по своему вкладу в мировую экономику туризм стал одним из самых прибыльных видов бизнеса и сегодня использует до 7% мирового капитала. Реставрированные объекты очень часто становятся центрами, привлекающими значительные туристические потоки.

Одним из наиболее удачных примеров реализации данного опыта можно назвать проект реставрации и восстановления зданий объектов культурного наследия в г. Казани с их последующим внедрением в экономическую и туристическую инфраструктуру города и созданием на их основе культурно-исторических кластеров. В основу концепции положен принцип квартальной реконструкции, который позволяет обеспечить комплексный подход к сохранению и развитию территории исторического центра, скоординированное проведение различного рода работ в границах квартальной территории и увеличивает коммерческий потенциал объектов на момент их ввода в эксплуатацию. Реализация данного принципа позволяет создавать тематические кластеры различной направленности в зависимости от исторической функции каждого квартала.

Стоит отметить, что в реальных условиях современного крупного города с большим количеством памятников, где большинство памятников нуждаются в срочном реставрационном вмешательстве, комплексная научно обоснованная реставрация по-прежнему остается приоритетом среди других методов сохранения. Однако, специалистами так же уточняется, что наиболее эффективный, единственно щадящий метод сохранения объектов культурного наследия – это качественный уход и надлежащая эксплуатация зданий. Своевременные профилактические и консервационные работы увеличивают сроки межреставрационных периодов. Консервация в виде различных способов защиты уязвимых конструкций, частей сооружения и декора - может быть альтернативой дорогостоящей реставрации. Все методы сохранения должны широко применяться и обеспечивать хорошие эксплуатационные свойства.

Комплексный подход находит отражение в разработке концепций по сохранению объектов культурного наследия путем создания и развития комфортной городской среды малых исторических городов, исторических поселений и достопримечательных мест в различных регионах РФ. Такие программы призваны найти пути решения стандартных проблем экономики культурного наследия – создание механизмов финансирования реставрации многоквартирных жилых домов-памятников и бизнес-модели устойчивого развития городских кварталов, гармонизирующей ожидания инвесторов и интересы охраны наследия.

Рассмотрим некоторые примеры реставрации и приспособления зданий объектов культурного наследия к современному использованию в городской среде.

Исторические памятники наилучшим образом сохраняются, когда они тем или иным образом вовлечены в полнокровную жизнь той местности, в которой расположены. Когда они полноценно задействованы в экономической и социально-культурной инфраструктуре среды или сами организуют среду вокруг себя. Одним из способов сохранения объектов культурного наследия является их приспособление для современного использования. Это самый универсальный способ сохранения, включающий в себя и ремонт и реставрацию. Для этого необходимо выполнять условия, когда памятнику не будет создаваться угрозы разрушения или потери его исторического облика. В первую очередь, речь идет об исторических архитектурных сооружениях, зданиях и постройках различного характера. Многие постройки прошлого использовались с момента их сооружения до настоящего времени, но не обязательно по своему прямому назначению.

Многие постройки прошлого использовались с момента их сооружения до настоящего времени, но не обязательно по своему прямому назначению. С течением времени постоянно менялись требования к зданиям различного характера, соответственно, постройки могли утратить свою изначальную функцию из практических соображений и адаптироваться под новые условия или для новой роли. Подобная традиция сохраняется и сейчас, однако, если здание относится к категории объектов культурного наследия, то возникает ряд ограничений для их использования.

Продуманный и научно обоснованный выбор новой функции архитектурного сооружения является одной из главных задач его приспособления для практического использования. Существует несколько вариантов такого решения, исходящих из особенностей самого объекта и его охранного статуса. Если постройка относится к особо ценным памятникам культуры, в том числе включенным в список всемирного наследия, то никаких существенных изменений в ее функции вносить нельзя, а также существуют очень строгие ограничения по неизменности конструктивных или иных особенностей сооружения. В случае, когда памятник регионального, межрегионального значения или это разнообразные объекты с неочевидным статусом, возможно в процессе приспособления к современному использованию менять объемно-пространственное решение внутреннего устройства здания.

При изучении отечественной литературы, связанной с оценкой проектных и реализованных примеров приспособления объектов культурного наследия, показывает, что различные авторы единодушны в признании ценности проектных решений, учитывающих:

- наличие особенных индивидуальных качеств объекта;
- приоритет сохранения и выявления ценных качеств объекта культурного наследия и стремления к их максимальному сохранению;
- необходимость ясной и обоснованной проектной концепции, выраженной графическими средствами;
- необходимость создания реконструктивных дополнений современными средствами архитектуры, выражающимися в применении новых конструктивных решений и строительных материалах, архитектурно-композиционных и инженерных решений;
- результаты предпроектных научных исследований;
- анализ структурного построения;
- систему градостроительных регламентов в зонах охраны памятников;
- вариантность нового функционального использования объекта в зависимости от его качеств;
- особенности ближайшего архитектурного окружения (высота, ритм, масштаб, колористическое решение, пластика элементов, композиционное подобие или контраст и т.п.).

Анализ реализованных проектов реставрации с приспособлением показывает, что при разработке научно-проектной документации используются следующие основные решения:

- восстановление и сохранение элементов исторических фасадов при замещении утраченных элементов современными конструктивными решениями (см. рисунки 1-2);
- использование части исторических фасадов при строительстве новых зданий с новым функциональным назначением (рисунки 3-4);
- выполнение надстройки зданий с увеличением количества этажей и с соответствующими историческими или современными «контрастными» архитектурными решениями (рисунки 5-7);
- приспособление здания путем пристройки с увеличением объемных параметров с сочетающимися архитектурными решениями, либо с «контрастирующими» (рисунки 8-11);
- приспособление здания путем изменения объемно-планировочного решения делением или объединением помещений под новый функциональный процесс и другие возможные варианты.

Рассмотрим проблемы применения указанных методов приспособления объектов культурного наследия на территории Тамбовской области.

В настоящее время, территории Тамбовской области состоит из 7 городских округов, 23 муниципальных района, 13 городских поселения, 234 сельских поселения. На территории каждого муниципального образования области есть объекты культурного наследия (памятники истории и культуры), как включенные в реестр объектов культурного наследия (памятников истории и культуры, так и выявленные, которые до принятия решения о включении их в реестр либо отказе включить их в реестр, так же подлежат охране.

К объектам культурного наследия на территории Тамбовской области относятся объекты недвижимого имущества, возникшие в результате исторических событий, представляющие собой ценность с точки зрения истории, археологии, архитектуры, градостроительства, искусства и являющиеся свидетельством эпох и цивилизаций, подлинными источниками информации о зарождении и развитии культуры. В зависимости от своего состава объекты культурного наследия могут быть единичные и комплексные и в соответствии с федеральным законом подразделяются на следующие виды: памятники, ансамбли, достопримечательные места. На территории Тамбовской области имеется 20 объектов культурного наследия федерального уровня, 473 объектов регионального значения и 16 объектов муниципального значения.



Рисунок 1 - Пример надстройки здания объекта культурного наследия жилого дома в г. Милан, Италия



Рисунок 2 - Пример трансформации фасада здания объекта культурного наследия при приспособлении под жилое здание в г. Флоренция, Италия



Рисунок 3 - Трансформация фасада здания объекта культурного наследия при изменении назначения здания. Жилой дом, г. Саратов



Рисунок 4 - Трансформация фасада здания объекта культурного наследия при изменении назначения здания. Жилой дом, г. Саратов

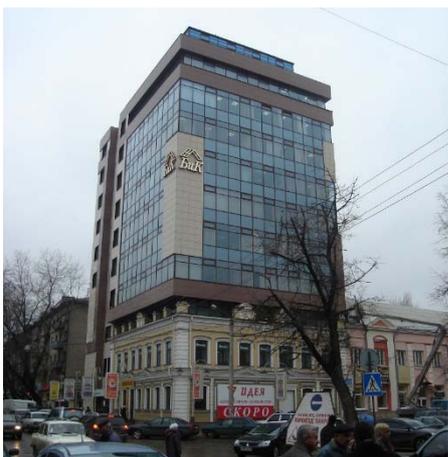


Рисунок 5 - Приспособление здания объекта культурного наследия путем изменения функционального назначения и надстройки этажей



Рисунок 6 - Изменение функционального назначения здания объекта культурного наследия путем надстройки этажей, г. Саратов



Рисунок 7 - Изменение функционального назначения здания объекта культурного наследия путем надстройки торгово-развлекательного центра, г. Воронеж



Рисунок 8 - Изменение функционального назначения здания объекта культурного наследия путем пристройки. Здание РКЦ Банка России в г. Мичуринске Тамбовской области



Рисунок 9 - Пристройка к зданию объекта культурного наследия «Гостиный двор», г. Тамбов



Рисунок 10 - Пристройка (поздняя с правой стороны главного фасада) здания «Почтамт», г. Тамбов



Рисунок 11 - Здание объект культурного наследия «Особняк Карле», г. Маркс, Саратовской области. При приспособлении здания под поликлинику выполнена пристройка с главным фасадом идентичным объекту культурного наследия. В настоящее время здание реставрируется с приспособлением под краеведческий музей г. Маркса

На территории Тамбовской области работы по выявлению объектов, представляющих культурную ценность, и их принятие под госохрану наиболее активно велись всер. 80 - нач. 90х годов XX века. В тот период были составлены учетные карточки с описанием, фото и схемой планировочной структуры более чем на 700 строений.

С 2011 года формируется единый государственный реестр объектов культурного наследия (памятников истории и культуры) народов Российской Федерации (ЕГРОКН), в который уже внесено большинство объектов культурного наследия Тамбовской области. Структура нумерации объектов культурного наследия в ЕГРОКН отлична от существовавшей ранее, что приводит к несовпадению итогового числа объектов культурного наследия в списках при их сравнении.

Выполняется большая работа по разработке проектов зон охраны объектов культурного наследия на территории городов и поселений области, формированию достопримечательных мест и исторических поселений, по выявлению и включению в реестр значимых памятников истории и культуры, по разработке мероприятий по реставрации зданий и сооружений, направленных на их сохранение и приспособление к современному использованию.

В ходе этой работы в Тамбове и других городах все существенней вырисовывается проблема использования зданий и сооружений объектов культурного наследия в связи с их неудовлетворительным, порой аварийным техническим состоянием, не обеспечивающим их безопасную эксплуатацию. Одной из главных причин доведения зданий до такого состояния – это неудовлетворительное техническое состояние несущих и ограждающих конструкций, инженерных систем, несоответствию их новым требованиям, новым современным функциональным процессам, а также отсутствие ресурсов на их реставрацию и приспособления. Как правило, такие здания выведены из эксплуатации. И находятся в ожидании ремонта, реставрации либо, что более вероятно, окончательной утраты в результате разрушения. Зданий, находящихся в таком состоянии только в Тамбове несколько десятков. Только на Советской, главной улице Тамбова, их около десятка (см. рисунки 12-14).



Рисунок 12 - Здание на пересечении улиц Советской и Кронштадской.
На противоположном углу дом-музей В.Г.Чичерина



Рисунок 13 - Здание на пересечении улиц Советской и Кронштадской.
Объект культурного наследия «Дом Нарышкиных»



Рисунок 14 - Здание ул. Советская, 78, рядом со зданием Управления культуры и архивного дела Тамбовской области. На противоположном углу дом-музей В.Г.Чичерина

В 2017 году письмом Министерства культуры РФ от 22 февраля 2017 Г. N 45-01.1-39-нм были направлены «Методические рекомендации по эксплуатации объектов культурного наследия (памятников истории и культуры) народов Российской Федерации» так, «эксплуатация объекта культурного наследия - комплекс работ по содержанию, обслуживанию и ремонту здания (сооружения), являющегося объектом культурного наследия. Эксплуатация здания (сооружения) включает в себя: техническое обслуживание, санитарное содержание, ремонтные работы с учетом требований действующего законодательства в сфере сохранения объектов культурного наследия и в соответствии с охраняемым обязательством».

В этом документе сформулированы основные причины разрушений и потерь объектов культурного наследия, которые подразделяются в рамках документа на природные, техногенные и антропогенные факторы способствующие разрушению объектов культурного наследия; меры противодействия разрушительным явлениям; требования к содержанию объектов культурного наследия; рекомендации для собственников или иных законных владельцев по обеспечению грамотной эксплуатации объекта культурного наследия с целью поддержанию его в надлежащем состоянии; рекомендации по эксплуатации произведений ландшафтной архитектуры и садово-паркового искусства; рекомендации по формам отчетности собственников или иных законных владельцев о проведенных мероприятиях по поддержанию объекта культурного наследия в эксплуатационном состоянии; рекомендации по фиксации проводимых мероприятий.

Основной проблемой, связанной с применением комплексного понимания термина «объект культурного и исторического наследия», является необходимость, с одной стороны, изыскать средства для содержания и реставрации многочисленных памятников (содержать все объекты культурного наследия за свой счет является сложной задачей для любого государства), а с другой – включить объекты культурного наследия в повседневную жизнь города и ввести их в экономический оборот.

В мире сегодня используются четыре основных способа решения этой задачи:

- приватизация памятников с наложением обременения на частных собственников;
- приспособление объектов культурного наследия под современные функциональные процессы;
- развитие культурного и познавательного туризма и создание на базе объектов культурного наследия туристических объектов, продуктов и брендов;
- продажа образа, ауры исторического и культурного наследия, когда привлекательность исторических городов и отдельных исторических районов используется для увеличения стоимости новой недвижимости.

В соответствии с этим в Тамбовской области тоже надо двигаться по всем этим направлениям:

- приватизировать, продать в частную собственность, передать в долгосрочную аренду на условиях восстановления и реставрации здания объекты культурного наследия, находящиеся в неэксплуатируемом состоянии;
- провести реставрацию с приспособлением всех объектов культурного наследия к современному использованию в соответствии с современным законодательством и разработанной научно-проектной документацией с учетом сложившейся исторической застройки и потребностями региона;
- разработать программу развития исторических поселений, достопримечательных мест и включения их в структуру туристических объектов (Новотомниково, Ивановка, Мичуринск, Рассказово и др.).

Список использованных источников

1. Гражданский кодекс Российской Федерации (ГК РФ) (часть первая) от 30.11.1994 N 51-ФЗ (ред. от 03.08.2018) (с изм.И доп., Вступ. В силу с 01.01.2019).

2. Градостроительный кодекс Российской Федерации от 29.12.2004 N 190-ФЗ (ред. От 25.12.2018).
3. Национальный стандарт РФ ГОСТ Р 55528-2013 «Состав и содержание научно-проектной документации по сохранению объектов культурного наследия. Памятники истории и культуры. Общие требования» (утв. Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 28 августа 2013 г. N 593-ст).
4. Национальный стандарт РФ ГОСТ Р 55567-2013. «Порядок организации и ведения инженерно-технических исследований на объектах культурного наследия. Памятники истории и культуры. Общие требования» (утв. и введен в действие приказом Росстандарта от 28.08.2013 N 665-ст).
5. Национальный стандарт РФ ГОСТ 21.501-2011 Система проектной документации для строительства (СПДС). Правила выполнения рабочей документации архитектурных и конструктивных решений.

УДК 691.539.4

67.09.55: Композиционные материалы

К ПРОБЛЕМЕ РАЗВИТИЯ ТЕОРИИ КОНСТРУИРОВАНИЯ И СИНТЕЗА СТРУКТУРЫ КОНГЛОМЕРАТНЫХ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОМПОЗИТОВ

Чернышов Е.М.,

ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет», академик РААСН, доктор технических наук, профессор, ул. 20-летия Октября, 84, г. Воронеж, Воронежская область, 394006, Россия.

Макеев А.И.,

ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет», кандидат технических наук, доцент кафедры «Технологии строительных материалов, изделий и конструкций», ул. 20-летия Октября, 84, г. Воронеж, Воронежская область, 394006, Россия, e-mail: makeev@vgasu.vrn.ru

МОТИВЫ И ЦЕЛИ ПОСТАНОВКИ ДОКЛАДА

Представляемый научный доклад подготовлен в рамках и на основе развиваемой авторами **теории конструирования и синтеза оптимальных структур конгломератных строительных композитов**.

Содержание доклада отвечает задачам формирования научной базы для обоснования принципов и разработки решений по получению конгломератных строительных композитов для строительных конструкций с управляемым уровнем их качества по конструкционным свойствам в соответствии с параметрами эксплуатационной среды.

Общая цель работы предопределяется недостаточной эффективностью реализации прочностного потенциала конгломератных строительных композитов в строительных конструкциях.

Объектом исследования принимаются конгломератные строительные композиты типа бетонов на известковых, гипсовых, цементных, силикатных, керамических матрицах с гидратационно-синтезными, гидротермально-синтезными, термально-синтезными системами твердения.

Ведущая идея работы заключается в возможности научно-обоснованного повышения эффективности бетонов путем целенаправленного формирования структуры (системы связей), обеспечивающей максимально полное использование потенциала в их работе в процессе эксплуатации строительной конструкции.

Предметом теории является рассмотрение и разработка двух систем моделей, образующих необходимую базу знаний для получения материалов с задаваемыми свойствами на основе формулы «4С»:

- первая система моделей вида «Рецептурно-Технологические Факторы» – «Состав, Структура, Состояние композита на момент изготовления» - «Свойства»

$$\text{РТФ} \rightarrow \text{ССС}(\tau_0) \rightarrow \text{С}$$

- вторая система моделей вида «Эксплуатационные Факторы» - «Состав, Структура, Состояние композита при длительном воздействии среды» - «Свойства (остаточный ресурс) композита»

$$\text{ЭФ} \rightarrow \text{ССС}(\tau_i) \rightarrow \text{С}$$

Как база знаний вторая система моделей отвечает решению задачи конструирования структур, а первая - задачи их синтеза.

При этом композит **идентифицируется и формализуется** как гетерогенное структурированное твёрдое тело со сложной пяти-шестиуровневой иерархически организованной структурой, в которой выделяются три типа строения. В своей совокупности все они размещаются в размерном диапазоне единичных структурных элементов 10^{-1} - 10^{-10} м.

ИНФОРМАЦИОННАЯ БАЗА ТЕОРИИ КОНСТРУИРОВАНИЯ И СИНТЕЗА СТРУКТУР

Основополагающие работы в области бетоноведения и системно-структурного материаловедения

1. Скрамтаев Б.Г. Теория прочности бетона и новые виды бетонов. М.: Стройиздат, 1934. - 55 с.
2. Шейкин А.Е. Прочность цементного камня. Л.: Изд-во ЛИИТ, 1940. 191 с.
3. Михайлов В.В. Элементы теории структуры бетонов. М.: Стройиздат, 1941. 227 с.
4. Юнг В.Н. Теория микробетона и ее развитие // Труды сессии ВНИТО о достижениях советской науки в области силикатов. М.: Промстройиздат, 1949. С. 50 – 53.
5. Куннос Г.Я. Вибрационная технология бетона. Л.: Стройиздат, 1967. 168 с.
6. Гордон С.С. Структура и свойства тяжелых бетонов на различных заполнителях. – М.: Стройиздат, 1969. – 150 с.
7. Иванов И.А. О действии некоторых факторов, определяющих структуру легких бетонов // Материалы четвертой конференции по ячеистым бетонам. Саратов: Приволжское книжн. изд-во, 1969. С. 290 – 300.
8. Иванов Ф.М. Исследование морозостойкости бетона. Защита от коррозии строительных конструкций и повышение долговечности. М.: Стройиздат, 1969. С. 109 – 115.
9. Подвальный А.М. Определение величины собственных деформаций в бетонном конгломерате на различных структурных уровнях // Заводская лаборатория. 1973. №10. С. 1204 – 1206.
10. Ратинов В.Б., Розенберг Т.И. Добавки в бетон. М.: Стройиздат, 1973. 207 с.

11. Мельниченко П.А. Структурно-статистический подход к решению задачи управляемого структурообразования композитов // Снижение материалоемкости и повышение долговечности строительных изделий. Киев: Будивельник, 1974. - С. 66 – 76.
12. Lach W. Die Mikrostruktur - das Kernproblem Silikate. Tonind. - Ztg. 100(1976), Heft -1. s. 7 – 15.
13. Состав, структура и свойства цементных бетонов / Под ред. Г.И. Горчакова. М.: Стройиздат, 1976. - 144 с.
14. Горяйнов К.Э., Счастный А.Н. Теоретические и технологические основы получения высокопрочного цементного и силикатного камня // Строительные материалы. 1976. №4. С. 28 – 29.
15. Комплексный закон структурообразования: Методические указания по курсу "Общая теория строительных материалов". Ч.1 / Сост.: А.В. Нехорошев. М.: МНИЗ, 1977. 52 с.
16. Шейкин А.Е., Чеховский Ю.В., Бруссер М.И. Структура и свойства цементных бетонов. М.: Стройиздат, 1979. 344 с.
17. Райхель В., Конрад Д. Бетон. Часть I. Свойства, проектирование, испытание / Пер. с нем. М.: Стройиздат, 1979. 111 с.
18. Рыбьев И.А. Нехорошев А.В. Исходные методические позиции при исследовании искусственных строительных конгломератов // Строительные материалы. 1980. №2. С. 24 – 26.
19. Соломатов В.И. Элементы общей теории композиционных строительных материалов // Известие вузов. Строительство и архитектура. 1980. №8. С. 61 – 70.
20. Физико-химические основы формирования структуры цементного камня / Под ред. Л. Г. Шпыновой. - Львов: Вища школа. Изд.-во при Львов. ун-те, 1981. - 160 с.

ИНФОРМАЦИОННАЯ БАЗА ТЕОРИИ КОНСТРУИРОВАНИЯ И СИНТЕЗА СТРУКТУР

Основополагающие работы в области механики бетона и других конструкционных материалов

1. Скрамтаев Б.Г. Исследование прочности бетона и пластичности бетонной смеси. М.: Стройиздат, 1936. - 222 с.
2. Волков С. Д. Статистическая теория прочности. – М.: Машгиз, 1960. – 169 с.
3. Берг О.Я. Физические основы теории прочности бетона и железобетона. - М.: Госстройиздат, 1962.- 96 с.
4. Кандауров И.И. Механика зернистых сред и её применение в строительстве. - Л.: Стройиздат, 1966. – 319 с.
5. Седракан Л.Г. Элементы статистической теории деформирования и разрушения хрупких материалов. - Ереван: Айастан, 1968. - 247 с.
6. Макклиток Ф., Аргон А. Деформация и разрушение материалов. – М.: Мир, 1970. – 443 с.
7. Баженов Ю.М. Бетон при динамическом нагружении. - М.: Стройиздат, 1970. – 272 с.
8. Екобори Т. Физика и механика разрушения и прочности твердых тел. – М.: Металлургия, 1971.– 264 с.
9. Гордон Дж. Почему мы не проваливаемся сквозь пол. – М.: Мир, 1971. – 272 с.
10. Болотин В.В., Гольденблат И.И., Смирнов А.Ф. Строительная механика. Современное состояние и перспективы развития. – М.: Стройиздат, 1972.- 191 с.
11. Будештский Р.И. Элементы теории прочности зернистых композиционных материалов. - Тбилиси: Мецниереба, 1972. - 82 с.

12. Ахвердов И.Н., Смольский А.Е., Скочеляс В.В. Моделирование напряженного состояния бетона и железобетона. - Минск: Наука и техника, 1973. - 290 с.
13. Регель В.Р., Слуцкер А.И., Томашевский Э.Е. Кинетическая природа прочности твердых тел. - М.: Наука, 1974. - 535 с.
14. Разрушение: В 7 т. Ред. Либовиц Г. / Т. 5.: Расчет конструкций на хрупкую прочность. Под ред. Зорева Н. Н., Шура Д. М.; Т. 7.: Разрушение металлов и композитных материалов / Ч. 1. Неорганические материалы. Под ред. Работнова Ю. Н. - М.: Машиностроение, 1977.
15. Финкель В.М. Физические основы торможения разрушения. - М.: Metallurgy, 1977 - 360 с.
16. Прочность композиционных материалов. - Киев.: Наукова думка, 1978. - 236 с.
17. Композиционные материалы: В 8 т. / Т. 2.: Механика композиционных материалов. Ред. Сендецкий Дж.; Т. 5. Разрушение и усталость. Ред. Браутман Л. - М.: Мир, 1978.
18. Ребиндер П.А. Поверхностные явления в дисперсных системах. Физико-химическая механика. Избранные труды. - М.: Наука, 1979. - 384 с.
19. Брок Д. Основы механики разрушения. - М.: Высшая школа, 1980. - 368 с.
20. Малмейстер А.К., Тамуж В.П., Тетерс Г.Л. Сопротивление полимерных и композитных материалов. - Рига: Зинатне, 1980. - 572 с.
21. Ахвердов И.Н. Основы физики бетона. - М.: Стройиздат, 1981. - 464 с.
22. Зайцев Ю.В. Моделирование деформаций и прочности бетона методами механики разрушений. М.: Стройиздат, 1982. 196 с.
23. Кристенсен Р. Введение в механику композитов / Пер. с англ. - Нью-Йорк - Торонто, 1979. - М.: Мир, 1982. - 334 с.
24. Фудзии Т., Дзако М. Механика разрушения композиционных материалов. - М.: Мир, 1982. - 232 с.

25. Болотин В. В. Методы теории вероятностей и теории надежности в расчетах сооружений. М.: Стройиздат, 1982. - 351 с.
26. Бартнев Г. М., Зеленев Ю. В. Физика и механика полимеров. М.: Высш. школа, 1983. - 391 с.
27. Черепанов Г. П. Механика разрушения композиционных материалов. М.: «Наука», 1983. - 296 с.
28. Работнов Ю. Н. Механика деформируемого твердого тела. - М.: Наука, 1988. - 712 с.
29. Шевченко В.И. Применение методов механики разрушения для оценки трещиностойкости и долговечности бетона. - Волгоград, 1988. - 110 с.
30. Партон В.З. Механика разрушения: От теории к практике. - М.: Наука, 1990. - 240 с.
31. Зайцев Ю. В. Механика разрушения для строителей. - М.: Высш. шк., 1991. - 288 с.
32. Комохов П.Г., Грызлов В.С. Структурная механика и теплофизика лёгкого бетона. - Вологда: Из-во Вологодского научного центра, 1992. - 321 с.
33. Ратнер С.Б., Ярцев В.П. Физическая механика пластмасс. Как прогнозируют работоспособность? - М.: Химия, 1992. - 320 с.
34. Бобрышев А.Н., Козомазов В.Н., Бабин Л.О., Соломатов В.И. Синергетика композиционных материалов. - Липецк: НПО ОРИУС, 1994. - 152 с.
35. Панин В.Е. и др. Физическая мезомеханика и компьютерное конструирование материалов: в 2-х т. - Новосибирск: Наука, Сибирская изд. фирма РАН, 1995. - Т.1. - 298 с.
36. Карпенко Н.И. Общие модели механики бетона. - М.: Стройиздат, 1996. - 416 с.
37. Холмянский М.М. Бетон и железобетон. Деформативность и прочность. - М.: Стройиздат, 1997. - 576 с.
38. Орехов В.Г., Зерцалов М.Г. Механика разрушений инженерных сооружений и горных массивов. - М.: Изд-во АСВ, 1999. - 330 с.

39. Пирадов К.А. и др. Расчет бетонных и железобетонных конструкций на основе методов механики разрушения / Под ред. Ю.В. Зайцева. – Тбилиси: Мецниереба, 1999. – 249 с.
40. Бобрышев А.Н., Козомазов В.Н., Авдеев Р.И., Соломатов В.И. Синергетика дисперсно-наполненных композитов. – М.: ЦКТ, 1999. - 252 с.
41. Комохов П.Г., Попов В.П. Энергетические и кинетические аспекты механики разрушения бетона / Под ред. акад. П.Г. Комохова – Самара: Изд-во Самарского филиала секции «Строительство» 1999. - 111 с.
42. Иванова В.С. Введение в междисциплинарное наноматериаловедение. - М: «САЙНС-ПРЕСС», 2005. - 208 с.
43. Бобрышев А.Н. и др. Прочность и долговечность полимерных композитных материалов. - Липецк: РПГФ «Юлис», 2006. - 170 с.
44. Кривцов А. М. Деформирование и разрушение твердых тел с микроструктурой. - М.: ФИЗМАТЛИТ, 2007. - 304 с.
45. Баженов Ю.М., Гарькина И.А., Данилов А.М., Королев Е.В. Системный анализ в строительном материаловедении : монография / Ю.М. Баженов [и др.] ; М-во образования и науки Росс. Федерации, ФГБОУ ВПО «Моск. гос. строит, ун-т». Москва : МГСУ, 2012. — 432 с.
46. Максимова И.Н., Макридин Н.И., Ерофеев В.Т., Скачков Ю.П. Структура и прочность конструкционных цементных композитов. - Саранск, 2015. – 360 с.
47. Селяев В.П., Селяев П.В. Физико-химические основы механики разрушения цементных композитов. - Саранск: Изд-во Мордов. ун-та, 2018.

ПОНЯТИЙНОЕ ТОЛКОВАНИЕ КЛЮЧЕВЫХ СЛОВ, ТЕРМИНОВ, ОПРЕДЕЛЕНИЙ

Строительный материал – 1) в контексте «**материал для строительства**» - это материал (в т.ч. штучный), предназначенный для создания строительных конструкций зданий и сооружений и изготовления строительных изделий при постройке, ремонте и реконструкции сооружений; 2) в контексте «**материал строительной конструкции**» - субстанция, представляющая собой структурированное твёрдое тело, наделённое функциональными характеристиками (свойствами).

Системно-структурное строительное материаловедение – наука о закономерных связях свойств материала строительной конструкции с его составом, структурой и состоянием, а также о механизме проявления свойств в ходе применения материала, т.е. при взаимодействии конструкции со средой.

Свойства материала – 1) в широком смысле - внутренние, присущие данному материалу особенности, обуславливающие его различие или общность с другими материалами и проявляющиеся как ответные реакции на воздействия внешних полей или сред; 2) в прикладном смысле - способность материала строительной конструкции определенным образом реагировать на эксплуатационные нагрузки и воздействия.

Твёрдое тело - конденсированная среда со стабильными формой и объёмом (стабильность, отличающая твёрдое тело от других его агрегатных состояний, обусловлена характером теплового движения атомов, совершающих малые колебания около положений равновесия).

Конгломератный строительный композит – строительный материал, представляющий собой структурированное твёрдое тело из разнородных по их характеристикам компонентов, детерминированно-стохастически распределённых в объёме тела.

Состав материала - качественная и количественная характеристика (соотношение) совокупности каких-либо образующих материал компонентов.

Структура материала – 1) в общем смысле - совокупность устойчивых связей объекта, обеспечивающих его целостность и сохранение основных свойств при различных внешних и внутренних изменениях; 2) в прикладном смысле - пространственно-геометрическая система из составных частей, характеризующаяся их видом, взаиморасположением и взаимосвязью.

Состояние материала - однозначная характеристика положения системы, изменяемой по параметрам её состава и структуры, в данный момент времени в данных условиях среды.

Формула «4С» - фундаментальное утверждение о том, что свойства материала (как на момент изготовления, так и на любом сроке эксплуатации) являются функцией его состава, структуры и состояния.

Оптимальность структуры - критерий, учитывающий эффективность вовлечения структурных связей и компонентов в работу твёрдого тела (в механику проявления его свойств).

Конструирование структуры - проектная процедура целенаправленного умозрительного «наполнения» объема материала в пространстве строительной конструкции структурными элементами с определёнными структурными связями, обеспечивающими формирование его свойств в порядке, предусмотренном формулой «4С».

Синтез структуры – управляемая в целях получения проектной структуры технологическая (химико-технологическая) процедура формирования реальной пространственно-геометрической системы структурных элементов с соответствующими силовыми структурными связями, обеспечивающими задаваемый функциональный потенциал композита.

Идентификация – распознавание, отождествление конкретных материальных объектов и явлений с переходом от реального их воплощения к абстрактному, мыслительному восприятию с формированием качественного описания объектов или явлений.

Формализация – замена реального объекта или явления неким символическим знаковым отображением, позволяющим перейти от его качественного описания к количественному в целях проведения операций с этим объектом без обращения к нему самому.

Масштаб - условная характеристика (мера), показывающая соотношение размеров идентифицируемых объектов.

Масштабный уровень структуры - умозрительно вычленимая часть строения тела с присущими ей структурными особенностями и определённым соотношением размера собственных структурных элементов с базовым размером, обусловленным физиологией человека (1 м).

Иерархия структуры - принцип структурной организации сложных систем, состоящий в упорядочении взаимодействий между масштабными уровнями в порядке от высшего к низшему.

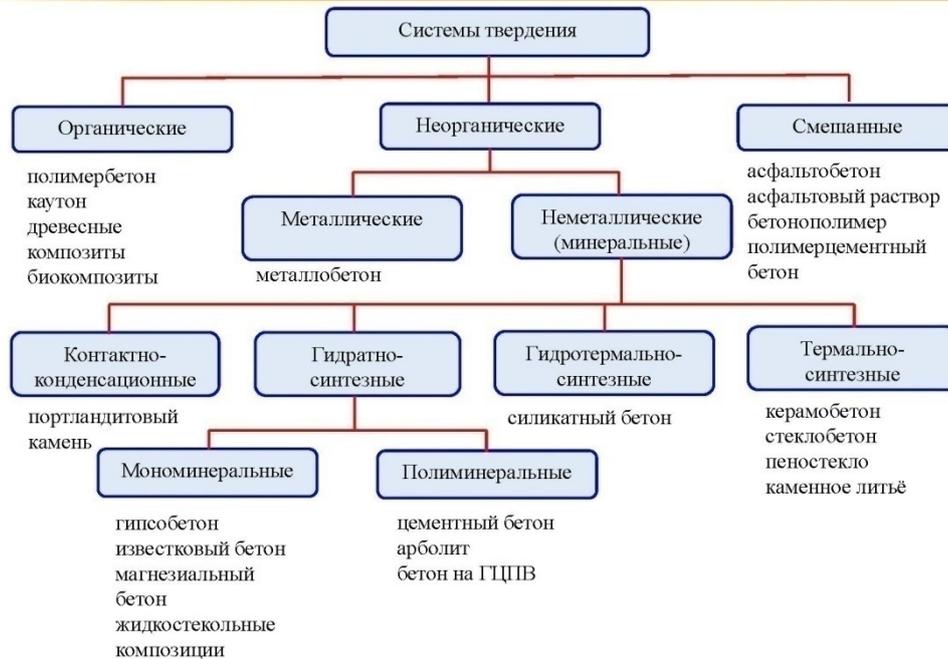
Фаза - термодинамически равновесное состояние вещества, характеризующееся агрегатным состоянием, атомным (молекулярным) составом и строением, а также отделенное пространственными границами от других возможных равновесных состояний (фаз) того же вещества.

Граница раздела фаз - переходный слой между любыми двумя контактирующими фазами, выраженный в форме поверхности.

Система сложения - результат компоновки и контактирования частиц исходных компонентов с определенной их гранулометрией. Система сложения создается из «готовых» структурных элементов, но при этом возникают и «новые» элементы структуры - межзерновые поры, межчастичные контакты.

Система роста - результат сочетания различных по минералогии, морфологии и размеру синтезируемых в ходе технологического процесса новых структурных элементов. Синоним - система твердения.

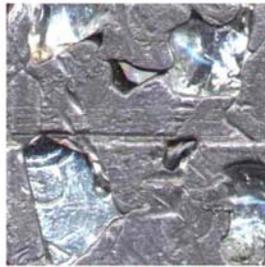
КЛАССИФИКАЦИЯ КОНГЛОМЕРАТНЫХ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОМПОЗИТОВ ПО ТИПУ СИСТЕМ ТВЕРДЕНИЯ



ТИПИЧНЫЕ СТРУКТУРЫ КОНГЛОМЕРАТНЫХ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОМПОЗИТОВ



Цементный бетон



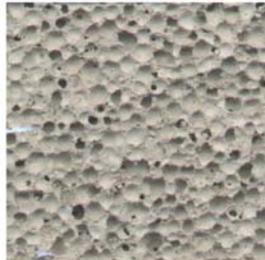
Металлобетон



Полимербетон



Крупнопористый бетон



Ячеистый бетон



Древесно-стружечный композит

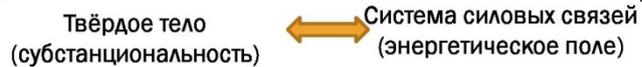


ОБЩИЕ ОСНОВНЫЕ ПРИЗНАКИ СТРУКТУРЫ КОНГЛОМЕРАТНЫХ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОМПОЗИТОВ

ПРИЗНАКИ СТРУКТУРЫ

- Многофазность
- Многокомпонентность
- Композиционность
- Конгломератность
- Гетерогенность
- Иерархичность
- Масштабная многоуровневость
- Полиструктурность
- Полидисперсность
- Детерминированность
- Стохастичность
- Однородность/неоднородность
- Дефектность

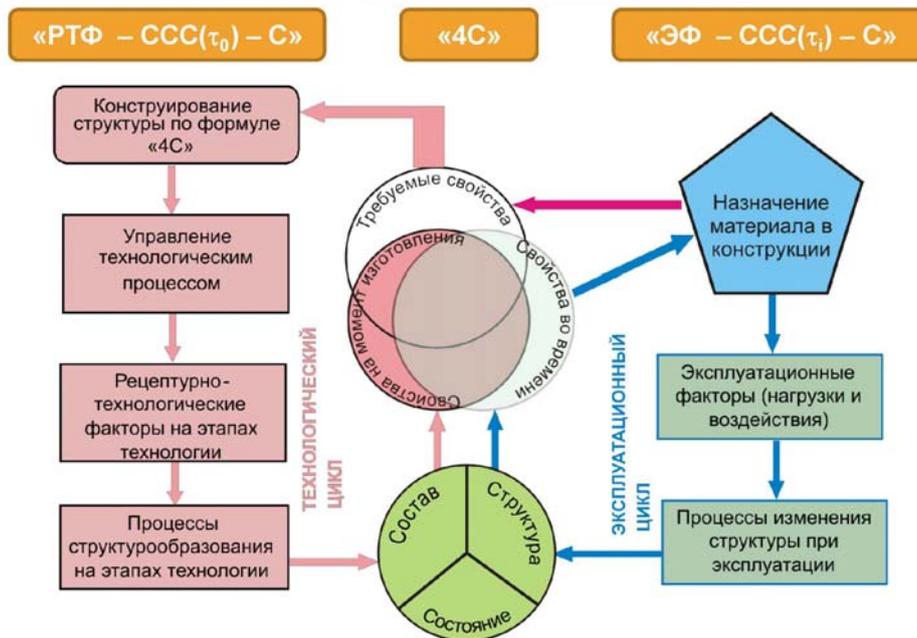
Универсалии признаков композита



СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА КОНСТРУКЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

Материал	Предел прочности, МПа	Удельная плотность	Относительная прочность
Сталь Ст3	390	7,8	50
СВАМ I	500	2	250
Сосна	49	0,53	90
Гранит	140	2,7	50
Керамический кирпич М300	30	1,8	17
Тяжелый бетон В40	53	2,3	23

УПРАВЛЕНИЕ СВОЙСТВАМИ КОМПОЗИТОВ В СИСТЕМНО-СТРУКТУРНОМ МАТЕРИАЛОВЕДЕНИИ



ФОРМУЛА «4С»



ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПЛАТФОРМЫ ПРОИЗВОДСТВА БЕТОНОВ



ТИПИЗАЦИЯ СТРУКТУРЫ КОНГЛОМЕРАТНЫХ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОМПОЗИТОВ

Структуры первого типа

(макро-, мезо- и микромасштабные уровни строения композита)

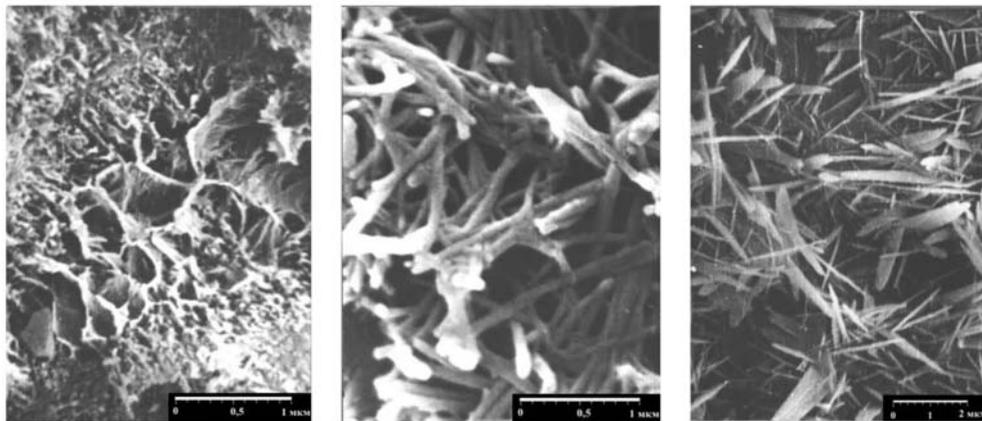


Размерный диапазон единичных структурных элементов $10^{-1} - 10^{-(4+5)}$ м

ТИПИЗАЦИЯ СТРУКТУРЫ КОНГЛОМЕРАТНЫХ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОМПОЗИТОВ

Структуры второго типа

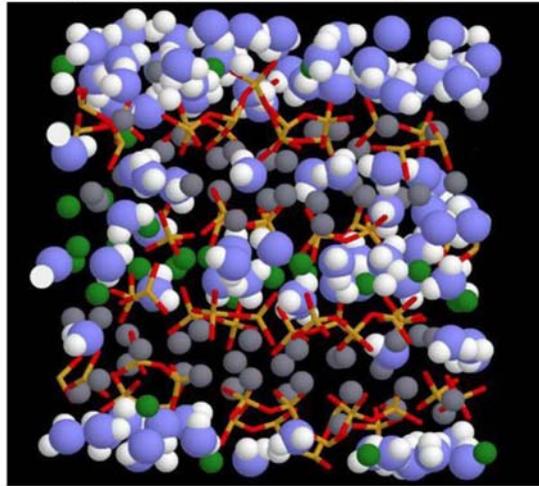
(субмикро- и ультрамикромасштабные уровни строения композита)



Размерный диапазон единичных структурных элементов $10^{-(4+5)} - 10^{-8}$ м

ТИПИЗАЦИЯ СТРУКТУРЫ КОНГЛОМЕРАТНЫХ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОМПОЗИТОВ

Структуры третьего типа
(нано- и атомно-молекулярные уровни строения композита)



Размерный диапазон единичных структурных элементов 10^{-8} - 10^{-10} м

ИНТЕГРИРОВАННЫЙ МЕХАНО-ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЙ ПОДХОД К РАЗРУШЕНИЮ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОМПОЗИТОВ

I. КОНЦЕНТРАЦИЯ И ЛОКАЛИЗАЦИЯ ВНУТРЕННИХ НАПРЯЖЕНИЙ И ДЕФОРМАЦИЙ - ФОРМИРОВАНИЕ НЕОДНОРОДНОГО ПОЛЯ НАПРЯЖЕНИЙ И ДЕФОРМАЦИЙ В МАТЕРИАЛЕ

II. ТЕРМОФЛУКТУАЦИОННЫЙ РАЗРЫВ АТОМНО-МОЛЕКУЛЯРНЫХ СВЯЗЕЙ В ПЕРЕНАПРЯЖЕННЫХ ЛОКАЛИЗОВАННЫХ ЗОНАХ СТРУКТУРЫ МАТЕРИАЛА (ПО ЖУРКОВУ)

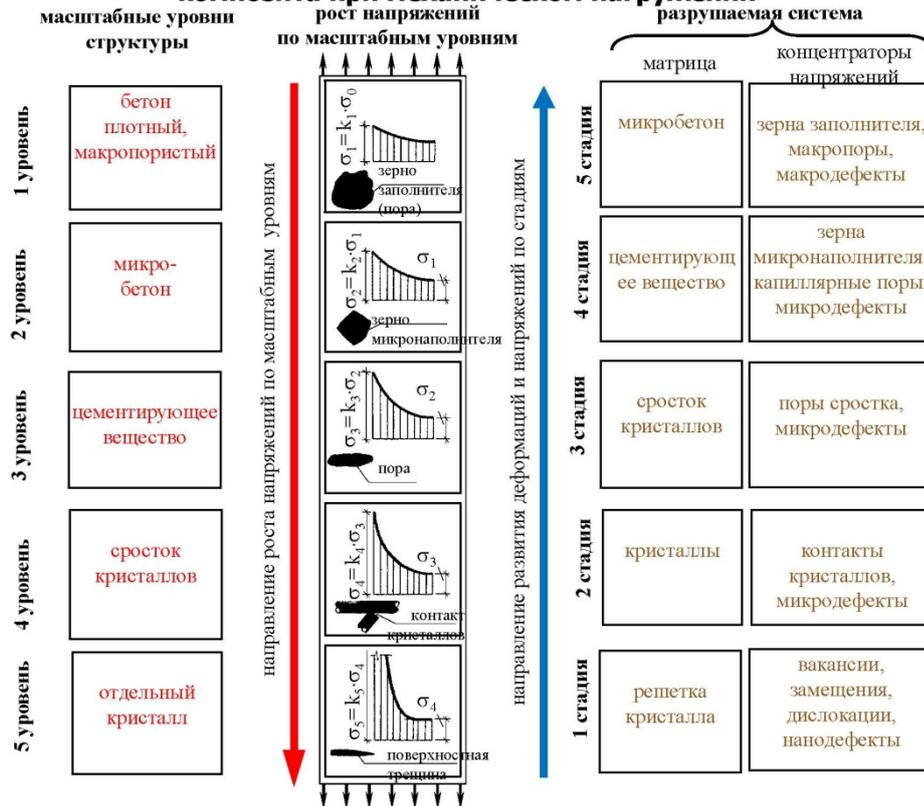
III. КОНСОЛИДАЦИЯ ТЕРМОФЛУКТУАЦИОННЫХ РАЗРЫВОВ СВЯЗЕЙ - ВОЗНИКНОВЕНИЕ МИКРОТРЕЩИНЫ В СТРУКТУРЕ МАТЕРИАЛА

IV. РОСТ МИКРОТРЕЩИНЫ В МАТЕРИАЛЕ (ПО ГРИФФИТСУ)

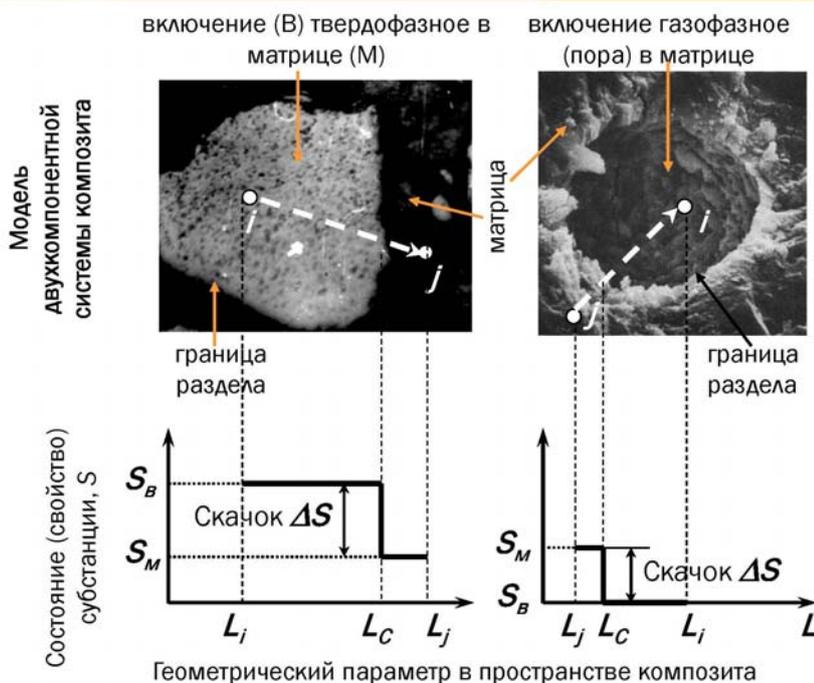
V. НАКОПЛЕНИЕ МИКРОТРЕЩИН В ЗОНАХ КОНЦЕНТРАЦИИ И ЛОКАЛИЗАЦИИ НАПРЯЖЕНИЙ В МАТЕРИАЛЕ, ИХ «ПЕРЕХОД» С НАНО- И МИКРОМАСШТАБНЫХ УРОВНЕЙ НА МЕЗО- И МАКРОМАСШТАБНЫЕ УРОВНИ СТРУКТУРЫ МАТЕРИАЛА

VI. РАЗВИТИЕ И РАСПРОСТРАНЕНИЕ МАГИСТРАЛЬНЫХ ТРЕЩИН, УТРАТА МАТЕРИАЛОМ РАБОТОСПОСОБНОСТИ - РАЗРУШЕНИЕ

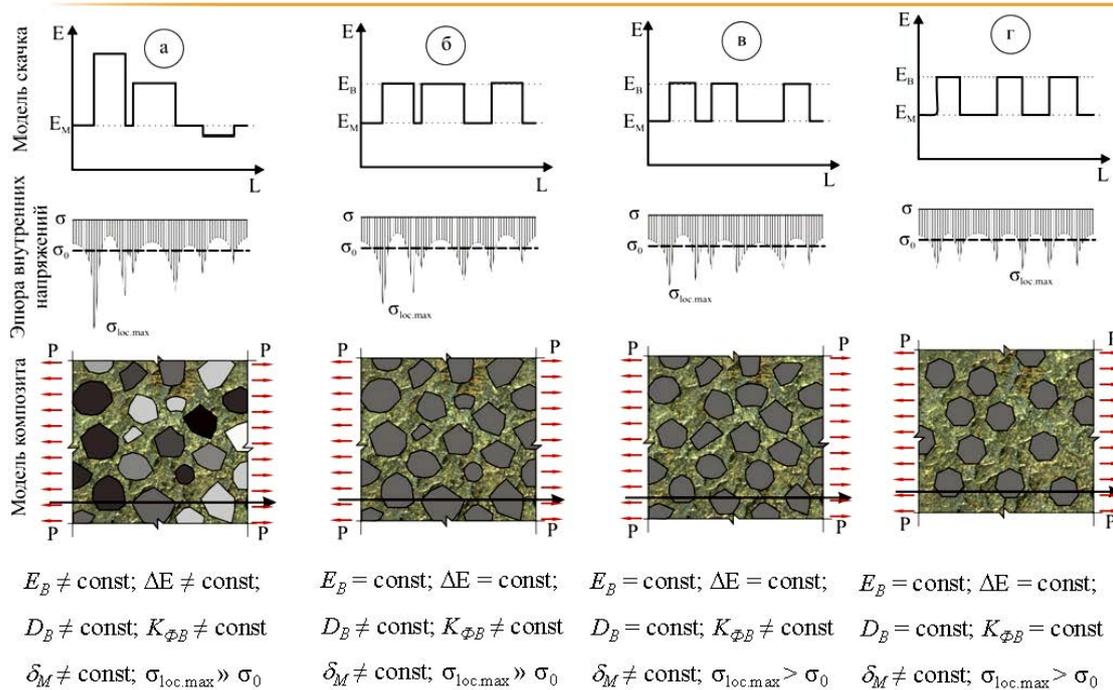
Схема роста напряжений, развития деформаций и разрушения композита при механическом нагружении



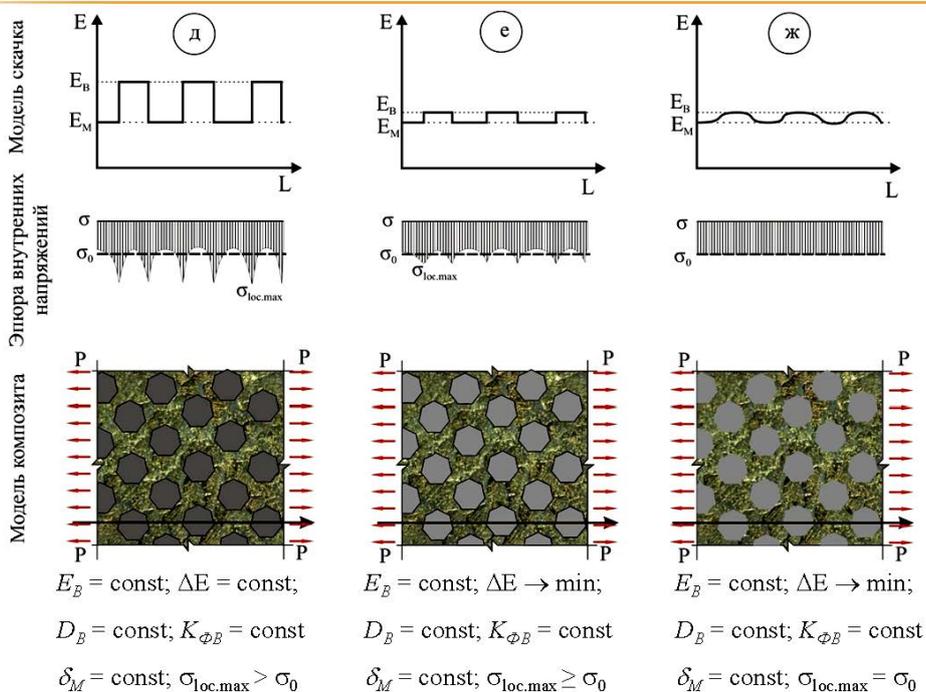
СКАЧОК СУБСТАНЦИОНАЛЬНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК НА МЕЖКОМПОНЕНТНОЙ ГРАНИЦЕ РАЗДЕЛА



МОДЕЛИРОВАНИЕ ПОЛЯ НАПРЯЖЕНИЙ В СТРУКТУРЕ КОНГЛОМЕРАТНЫХ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОМПЗИТОВ



МОДЕЛИРОВАНИЕ ПОЛЯ НАПРЯЖЕНИЙ В СТРУКТУРЕ КОНГЛОМЕРАТНЫХ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОМПЗИТОВ

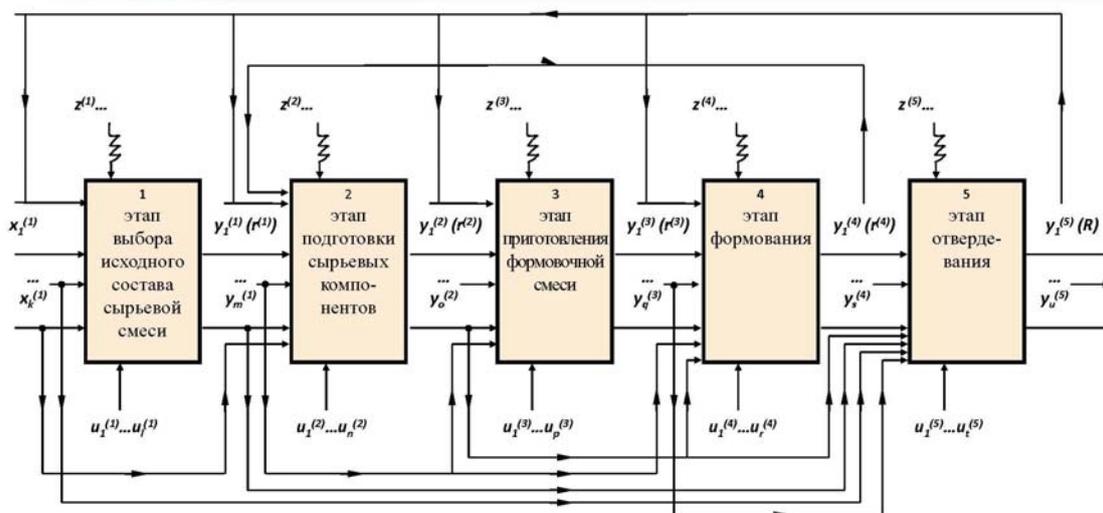




РЕЦЕПТУРНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ ПОЛУЧЕНИЯ КОНГЛОМЕРАТНЫХ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОМПОЗИТОВ С ЗАДАННЫМИ СВОЙСТВАМИ

- 1) субстанциональные характеристики матрицы по структуре и свойствам;
- 2) субстанциональные характеристики включений по структуре и свойствам;
- 3) объемная доля матрицы V_M в объеме композита V_K ;
- 4) объемная доля включений V_B в объеме композита V_K ;
- 5) форма включений $K_{\Phi B}$ и распределение их по форме $\frac{dn_B}{dK_{\Phi B}}$;
- 6) размер фракций включений \bar{D}_B ;
- 7) статистическое распределение включений по размеру $\frac{dn_B}{dD_B}$;
- 8) распределение включений по геометрии объема композита $\frac{dn_B}{dV_K}$;
- 9) характеристики и параметры контактной зоны «матрица – включение»;
- 10) характеристики геометрической конгруэнтности смежных масштабных уровней структуры в композите.

СХЕМА ПОТОКОВ НА ЭТАПАХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ПРОИЗВОДСТВА СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ И ИЗДЕЛИЙ



$x...$, $y...$ - входные факторы,
 $u...$ - управляющие факторы,
 $z...$ - случайные факторы,
 $y_{(r)}$, R - выходные параметры, критерии

Сущностный анализ потоков вещества, энергии, информации на этапах производства строительных изделий обеспечивает возможность обоснования «факторного пространства» управления технологическими процессами структурообразования материалов.

Список использованных источников

1. Чернышов Е.М., Макеев А.И. Синтез и конструирование структур бетонов нового поколения с позиций управления однородностью-неоднородностью их строения // Современное состояние и перспектива развития строительного материаловедения: Материалы 8-х академических чтений отделения строительных наук РААСН. – Самара, 2004. – С. 561 – 565
2. Макеев А.И. Методологические основания теории конструирования и синтеза оптимальных структур конгломератных строительных композитов // Научный вестник ВГАСУ. Серия: Физико-химические проблемы и высокие технологии строительного материаловедения, 2015. - №1(10). – С. 29-37
3. Чернышов Е.М., Макеев А.И. Критерии однородности/неоднородности в задачах конструирования структур конгломератных строительных композитов // Вторые Полаковские чтения : Сб. науч. статей по мат-лам междунар. науч-техн. конф., посвящ. 105-летию со дня рождения проф. Алексея Филипповича Полака. – Уфа : «Реактив», 2017. – С. 8-21.
4. Чернышов Е.М. Концепции и основания конструирования и синтеза структур бетонов как актуальная проблема материаловедения в контексте цифрового развития строительной науки // В сборнике: Устойчивое развитие региона: архитектура, строительство, транспорт Материалы 5-й Международной научно-практической конференции Института архитектуры, строительства и транспорта. 2018. С. 39-42.
5. Чернышов Е.М. Материаловедение и технология строительных композитов как система научного знания и предмет развития исследований. Часть 1. Постановка проблемы и ее существо // Известия высших учебных заведений. Строительство. 2018. № 12 (720). С. 41-51.
6. Чернышов Е.М., Макеев А.И. Разрушение конгломератных строительных материалов: основные концепции, механизмы процессов, принципы и закономерности управления // Строительные материалы. - № 9, 2007. – С. 63-65.
7. Чернышов Е.М., Макеев А.И. Общие положения интегрированного механо-физико-химического подхода к процессу деформирования и разрушения строительных композитов // Вестник БГТУ, 2005. - № 9. – С. 256-258
8. Чернышов Е.М. Дьяченко Е.И., Макеев А.И. Неоднородность структуры и сопротивление разрушению конгломератных строительных композитов: вопросы материаловедческого

- обобщения и развития теории: монография / Под общ.ред. акад. Чернышова Е.М.; Воронеж, Воронежский ГАСУ, 2012. - 98 с.
9. Чернышов Е.М., Макеев А.И., Дьяченко Е.И. Исследования показателей сопротивления строительных композитов механическому разрушению в связи с их структурной неоднородностью // Вестник отделения строительных наук РААСН: Вып. 4. – М., 2001. – С. 196 – 202
 10. Чернышов Е.М., Макеев А.И. Механизмы и закономерности формирования локализованных напряжений в структуре конгломератных строительных композитов и их влияние на прочность // Academia. Архитектура и строительство, 2006. - № 2. – С. 50-53
 11. Макеев А.И. Модельные исследования влияния соотношения прочностных и деформативных характеристик матрицы и включений на параметры концентрации напряжений в композите // Механика разрушения бетона, железобетона и других строительных материалов : сб. науч. ст. по матер. 7-й междунар. науч. конф. в 2 т. ; РААСН, Воронежский ГАСУ. – Воронеж, 2013. – Т. 1. – С. 207-214
 12. Чернышов Е.М., Макеев А.И. К моделированию напряженного состояния структурно-неоднородных конгломератных композитов в строительных конструкциях // International Journal for Computational Civil and Structural Engineering. - Volume 11, Issue 2, 2015. – С. 160 – 170.
 13. Чернышов Е.М., Макеев А.И. Проблема управления параметрами поля напряжений в конгломератных строительных композитах в соотношении с критериями однородности/неоднородности их структуры// Долговечность строительных материалов, изделий и конструкций: материалы Всеросс. научно-техн. конф. – Саранск : Изд-во Мордов. ун-та, 2016. – С. 223-234.
 14. Чернышов Е.М., Макеев А.И. Однородность/неоднородность конгломератных строительных композитов и управление параметрами поля напряжений в их структуре // Фундаментальные, поисковые и прикладные исследования РААСН по научному обеспечению развития архитектуры, градостроительства и строительной отрасли Российской Федерации в 2016 году: Научные труды РААСН. Т. 2. Москва, 2017. – С. 442- 451.
 15. Макеев А. И., Чернышов Е. М. Условия управления характеристиками однородности/неоднородности структуры и параметрами поля напряжений в конгломератных строительных композитах // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Строительство и архитектура. 2017. Вып. 47(66). С. 111—122.
 16. Чернышов Е.М., Макеев А.И. О проблеме управления рецептурно-технологическими факторами получения бетонов в задачах конструирования и синтеза оптимальных их структур // Academia. Архитектура и строительство, 2018. - № 3. – С. 135-143. - DOI 10.22337/2077-9038-2018-3-135-143

УДК 697.922

87.55.29: Производственные, транспортные и иные шумы. Исследование шумов. Методы и средства борьбы с ними.

АКУСТИЧЕСКИЕ РАСЧЕТЫ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ ШУМОЗАЩИТЫ НЕПОСТОЯННЫХ РАБОЧИХ МЕСТ В ПОМЕЩЕНИЯХ С АВТОМАТИЗИРОВАННЫМИ ПРОИЗВОДСТВЕННЫМИ ПРОЦЕССАМИ

Леденев В.И.

*ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», доктор технических наук,
профессор, профессор кафедры «Городское строительство и автомобильные дороги»
e-mail: ledvi46@yandex.ru*

Меркушева Н.П.

*ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», аспирант кафедры «Городское строительство и автомобильные дороги»
e-mail: natasha_monastyreva@mail.ru*

В условиях современного производства широкое распространение получают автоматизированные технологические линии. Особенностью их обслуживания является постоянное перемещение операторов в пределах помещения в соответствии с графиками рабочего процесса. Такие перемещения операторов носят название непостоянных рабочих мест. В условиях шумных производств, как правило, рабочие оказываются в течении смены на разных участках помещения с разными шумовыми режимами. Для определения воздействия шума на организм человека, обслуживающего автоматизированную линию в целом или её отдельные участки, необходимо оценивать суммарные шумовые воздействия на

человека в течение рабочей смены. Для этого требуются технологические карты или другие подобные документы, регламентирующие технологический процесс. В них должны быть указаны пути перемещения операторов в помещениях и время их пребывания на конкретном месте.

Оценка шума непостоянных рабочих мест необходима для решения технических задач при разработке мер по обеспечению соответствия шумового режима нормативным требованиям и для гигиенических исследований непостоянных шумовых воздействий на организм человека. Для этого требуется производить акустические расчеты шума на местах пребывания рабочего от каждого отдельного источника шума и при их суммарном действии в момент определения шума.

В нормативной литературе по защите от шума отсутствует понятие непостоянного рабочего места. Поэтому нет официально принятой методики оценки их шумового режима. Опыт оценки шума постоянных рабочих мест при непостоянном шумовом режиме помещений с использованием эквивалентных уровней шума, определяемых в октавных полосах частот, и эквивалентного уровня в децибелах А (дБА) показывает, что такую оценку можно применить и для непостоянных рабочих мест при решении задач снижения шума строительными-акустическими мерами.

В этом случае эквивалентные уровни звукового давления в октавных полосах частот могут определяться по формуле

$$L_{\text{экв}} = 10 \lg \left(\frac{1}{T} \sum_{L=1}^N t_i \cdot 10^{0,1L_i} \right), \quad (1)$$

где t_i – время, в течение которого рабочий находится на i -м месте с постоянным уровнем L_i ; T – общее время воздействия шума на рабочего; N – количество мест, на которых находится рабочий за время T .

Имея сведения об эквивалентных уровнях звукового давления в октавных полосах частот можно определить и эквивалентные уровни шума в дБА.

Как видно, для определения $L_{\text{экв}}$ необходимо иметь методы расчета прямой и отраженной звуковой энергии, формирующейся в помещении при работе автоматизированной линии.

Для расчета прямого звука в настоящее время разработаны расчетные методы и компьютерные программы для их реализации [2, 4, 6, 8], учитывающие размеры и форму источника шума. Они могут быть применены и при расчетах прямого звука, излучаемого автоматизированными линиями. В этом случае чаще всего источники могут быть приняты точечными или линейными. При компьютерном моделировании линейные источники более удобно представлять в виде набора из цепочек точечных источников.

Распределение отраженной звуковой энергии зависит от большого количества различных факторов [7]. Среди них особое значение имеет характер отражения звука от ограждений [1]. В результате многочисленных исследований установлено, что в производственных помещениях отражение звука от ограждений имеет зеркально-диффузный характер. При таком отражении часть зеркально попадающей на ограждение энергии отражается диффузно и затем рассеивается в соответствии с законом Ламберта. Оставшаяся часть энергии продолжает отражаться зеркально, имея при этом потери энергии на рассеяние после каждого последующего акта отражения вплоть до полного исчезновения зеркальной составляющей энергии.

Таким образом, при зеркально-диффузном отражении звука в помещении образуется отраженное звуковое поле, плотность энергии в котором определяется двумя составляющими: зеркальной и диффузной. Расчет зеркальной энергии может производиться методами геометрической акустики, а рассеянной энергии статистическими методами. В настоящее время разработан комбинированный метод расчета, в котором распределение прямого звука и зеркальной составляющей отраженного звука производится методом прослеживания лучей, а диффузно рассеянная составляющая отраженного звука определяется численным статистическим энергетическим методом [11, 12]. Выбор этих методов для использования в комбинированной расчетной модели был обусловлен тем, что и тот и другой методы позволяют производить расчеты шума в помещениях не только простой, но и сложной формы.

Подробно методика расчета постоянного шума в помещениях комбинированным методом рассмотрена в [11, 12].

В процессе оценки шумового режима при проектировании непостоянных рабочих мест удобно использовать шумовые карты помещений, позволяющие оперативно оценивать изменения шумовой обстановки при принятии различных шумозащитных мер по обеспечению нормативных требований [3]. Методы, входящие в комбинированную расчетную модель, позволяют строить шумовые карты в помещениях простой и сложной форм.

Пример построения шумовых карт при работе нескольких источников шума приведен на рисунке 1. Карты построены для помещения размерами 60×30×6 м в октавной полосе с частотой $f_{cp} = 1000$ Гц с целью оценки снижения шума за счет звукопоглощающей облицовки потолка. Коэффициенты зву-

копголщения необлицованных поверхностей $\alpha = 0.10$, облицовки потолка $\alpha_{\text{пт}} = 0.85$. Мощность источников шума $L_w = 100$ дБ.

Преимуществом шумовых карт является возможность получения графиков изменения воздействия шума на оператора при различных маршрутах его движения. Карты в этом случае выступают как промежуточный материал, являющейся основой для детального расчета шумового воздействия на оператора в виде временных графиков, на основе которых затем рассчитываются эквивалентные уровни шума.

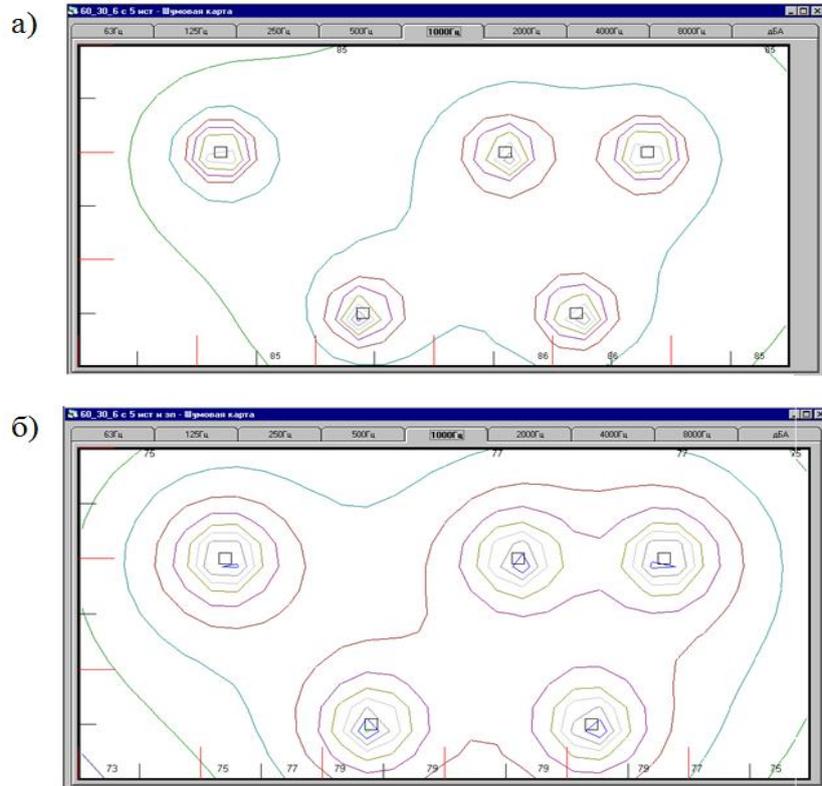


Рисунок 1. Шумовые карты помещения при работе 5 источников:

а – без дополнительного звукопоглощения; б – со звукопоглощением потолка ($\alpha_{\text{пот}} = 0,85$)

Ниже дан пример расчета непостоянного воздействия шума на оператора, перемещающегося в длинном помещении размерами $60 \times 4 \times 3$ м. Схема помещения, положение источника шума и траектория движения оператора показаны на рисунке 2. Скорость движения оператора - 1 м/с, остановка в 5 м от источника - 5 с. Уровень акустической мощности источника звука - 100 дБ. Фиксация уровней звукового давления производилась через 1 с. Общее время наблюдения составило 55 с. График шумового воздействия на оператора приведен на рисунке 3. На графике виден рост уровня звукового давления по мере приближения оператора к источнику шума, наличие площадки с постоянным уровнем шума во время остановки оператора равным $L = 83.7$ дБ, максимальный уровень $L_{\text{max}} = 92.9$ дБ. Эквивалентный уровень звука составляет $L_{\text{эке}} = 82.7$ дБ.

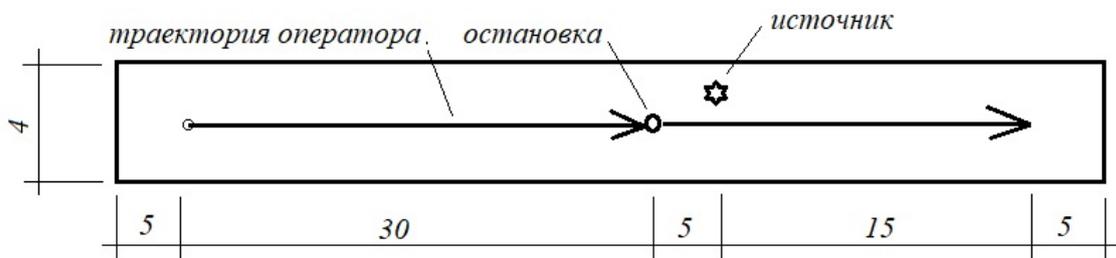


Рисунок 2. Расчетная схема помещения с непостоянным рабочим местом



Рисунок 3. График шумового воздействия на оператора за один цикл обслуживания оборудования

Расчет выполнен для одного цикла обслуживания оборудования при проходе оператора в одну сторону вдоль автоматизированной линии. Такой же график можно получить при движении оператора в обратную сторону и выполнить аналогичный расчет эквивалентных уровней. Затем, зная количество циклов обслуживания автоматизированной линии за смену и время нахождения оператора между циклами в месте, защищенном от шума, можно определить эквивалентный уровень шума, воздействовавшего на оператора за всю рабочую смену.

При гигиенической оценке воздействия шума на оператора в медицинской акустике используются дозы шума [9]. Под дозой шума согласно [10] понимается суммарная акустическая энергия за время действия непостоянного шума на человека, определяемая по интегральной или разностной формулам

$$D = \int_0^T p_A^2 \cdot dt, \quad (2)$$

$$D = \sum_{i=1}^N p_{Ai}^2 t_i, \quad (3)$$

где p_A – мгновенное значение звукового давления, полученное при коррекции «А» шумомера, Па; T – общее время измерений, ч; p_{Ai} – звуковое давление продолжительностью действия t_i , на участке с уровнем L_{Ai} ; N – общее число мест нахождения рабочего за исследуемый отрезок времени T .

Выражение (3) можно также представить в виде

$$D = \sum_{i=1}^N p_0^2 10^{0,1L_{Ai}} t_i \quad (4)$$

где $p_0 = 2 \cdot 10^{-5}$ Па – пороговое значение звукового давления; L_{Ai} – постоянное значение уровня шума в дБА на i -ом месте.

Э.И. Денисов указывает на особенность оценки действия непостоянного шума в дозах по сравнению с оценкой в эквивалентных уровнях [9]. Согласно [9] с физической точки зрения эквивалентный уровень и доза являются между собой аналогами и возможен их взаимный пересчет. В физиологическом отношении эти два параметра отличаются принципиально. Эквивалентный уровень определяется по логарифмической шкале в децибелах от порога восприятия, а доза – в долях от допустимой дозы, являющейся порогом вредного воздействия, и оценивается в линейных величинах. Эквивалентный уровень отражает среднее значение уровня шума за смену, а доза характеризует суммарную энергию шума, воздействующего на рабочего за смену. Связь между дозой шума и эквивалентным уровнем энергии имеет вид

$$L_{\text{экв}} = 10 \lg \left(\frac{D}{p_0^2 \cdot T} \right). \quad (5)$$

При проектировании мероприятий по защите от шума иногда удобно использовать и другие показатели производные от дозы шума. В частности, при гигиенической оценке степени зашумления рабочих, находящихся на непостоянных рабочих местах, более удобно использовать относительную безразмерную величину дозы шума, которая согласно [10] определяется выражением

$$D_{\text{ш}} = D / D_{\text{доп}}, \quad (6)$$

где $D_{\text{доп}}$ – допустимое значение звукового давления при значениях уровней шума в дБА, соответствующих нормативному значению для конкретного производства.

Допустимое значение дозы шума для постоянного рабочего места за смену продолжительностью $T_{\text{см}}$, соответствующее предельно допустимому уровню $L_{\text{доп}}$, рассчитывается по выражению

$$D_{\text{доп}} = T_{\text{см}} (p_0)^2 10^{0.1L_{\text{доп}}} \quad (7)$$

Например, в соответствии с СП 51.13330.2011 «Защита от шума» для рабочих мест в производственных помещениях допустимая доза $D_{\text{доп}}$ при $T_{\text{см}} = 8$ ч и $L_{\text{доп}} = 75$ дБА будет равна

$$D_{\text{доп}} = 8(2 \cdot 10^{-5})^2 10^{0.1 \cdot 75} = 0.101 \text{ Па} \cdot \text{ч}$$

Эту величину можно принять и при оценке зашумления непостоянных рабочих мест.

Для оценки распределения шумовых воздействий на человека нами предлагается наряду с шумовыми картами эквивалентного уровня звукового давления использовать карты часовых относительных доз шума, определяемых по выражению

$$D' = D_{\text{ш}} / T_{\text{см}} \quad (8)$$

Для построения карт уровней шума и карт часовых относительных доз шума разработана компьютерная программа [5]. Программа позволяет производить оценку непостоянных рабочих мест с позиции их соответствия нормативным требованиям при различных экспозициях времени пребывания рабочего на них. Форма окна программы с результатами определения уровней шума в дБА приведена на рисунке 4.

Практический пример использования дозы шума для оценки шумового режима рабочих мест в сравнении с его оценкой на основе эквивалентных уровней шума выполнен для производственного помещения с размерами $36 \times 12 \times 4.8$ м. В помещении находятся два источника шума, потолок облицован эффективным звукопоглощающим материалом.

На рисунке 5 приведены карты уровней шума в дБА и часовых относительных доз шума при допустимом уровне шума $L_{\text{доп}} = 75$ дБА. Координатная сетка на картах нанесена с шагом 1 м.

Карты рис. 5,а и 5,б в определенном смысле однозначны. На картах и в этом и в другом случаях белым цветом отмечены зоны, где уровень шума меньше допустимой величины $L_{\text{доп}} = 75$ дБА. На карте рис. 5,б эта зона определяется согласно выражению (8) при $D_{\text{ш}} = 1$. В случае $T_{\text{см}} = 8$ ч должно обеспечиваться условие $D' < 1/8 = 0.125$.

Для анализа шумовой ситуации на рабочих местах при оценке её соответствия нормативным требованиям более удобно использовать карты доз шума. Ниже, в качестве примера, рассмотрена наиболее простая ситуация, когда рабочий в течение смены находится на одном постоянном рабочем месте. На рабочем месте в закрасенной части помещения рабочий может находиться только не полную смену. В противном случае относительная доза шума D' будет больше $D_{\text{ш}} = 1$ и, соответственно, уровень шума будет превышать допустимый нормами уровень.

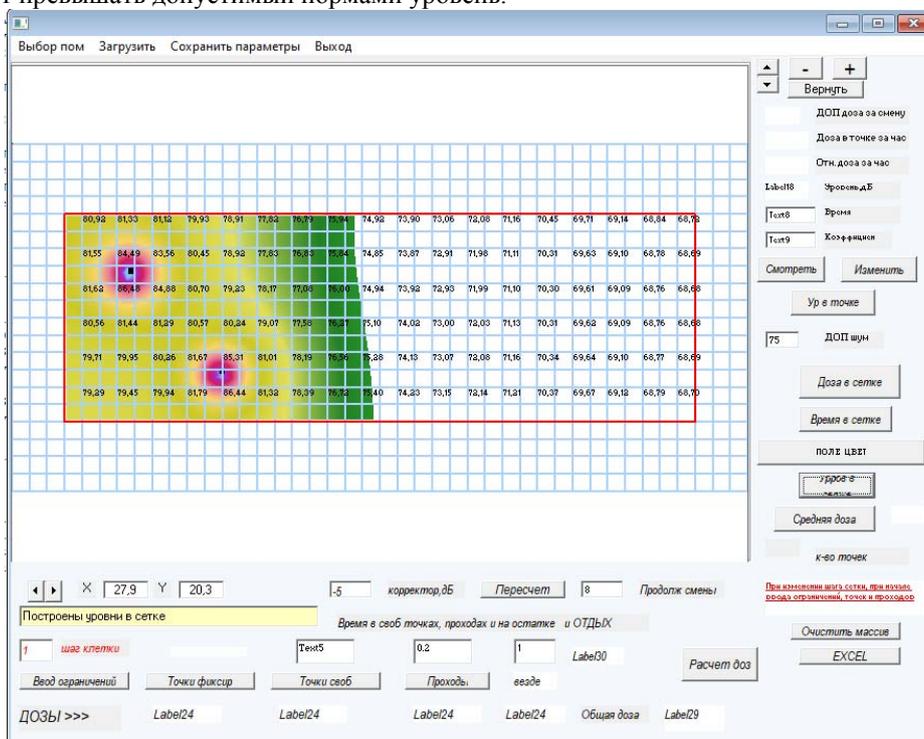


Рисунок 4. Компьютерная форма с результатами оценки акустической ситуации в производственном помещении

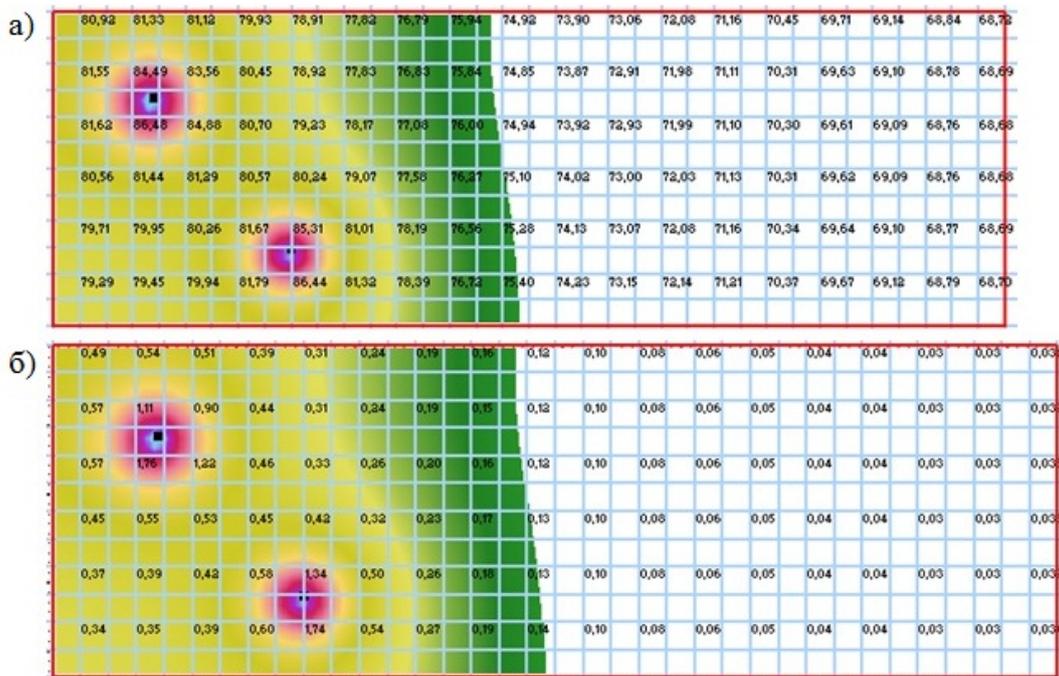


Рисунок 5. Карта шума производственного помещения: а – в уровнях шума, дБА; б - в часовых относительных дозах шума

Для определения допустимого времени пребывания рабочего в конкретной точке помещения (на рабочем месте) можно использовать выражение (1). Для случая одного постоянного места можно записать равенство

$$L_{\text{доп}} = L_A + 10 \lg \left(\frac{T_{\text{доп}}}{T_{\text{см}}} \right), \quad (9)$$

где L_A - уровень шума на рабочем месте, дБА, определяемый по карте шума рис. 5,а; $T_{\text{доп}}$ - допустимое время пребывания на рабочем месте.

Тогда

$$T_{\text{доп}} = \frac{T_{\text{см}}}{10^{0.1(L_A - L_{\text{доп}})}} \quad (10)$$

С помощью часовой относительной дозы, представленной на карте рис. 5,б, допустимое время нахождения в конкретной точке из условия не превышения допустимой дозы $D_{\text{ш}}=1$ может быть рассчитано более просто

$$T_{\text{доп}} = \frac{1}{D'}. \quad (11)$$

На карте рис. 6 показано время безопасного непрерывного нахождения рабочего в различных точках производственным помещением.

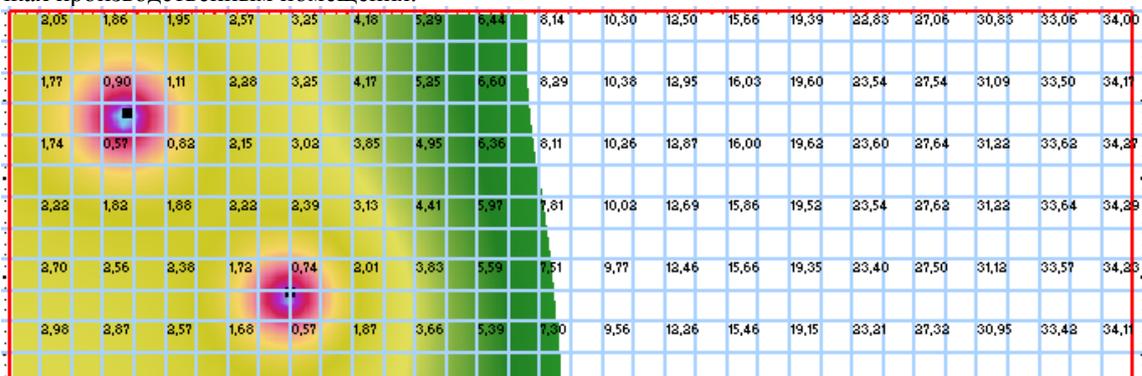


Рисунок 6. Карта допустимого времени пребывания рабочего в различных точках помещения

Более сложная ситуация возникает при шумовых воздействиях на оператора, находящегося в течение смены на двух и более рабочих местах. Для решения таких задач разработана методика, дающая

возможность определять траектории движения оператора и время пребывания его на конкретных местах помещений исходя из допустимых доз шумовых воздействий на организм человека за смену и ответственности эквивалентных уровней шума нормативным требованиям.

В целом разработанная компьютерная программа и сопровождающие её методики дают возможность на стадии проектирования технологического процесса производства принимать организационно-технологические меры, связанные с выбором мест расположения операторов, обслуживающих технологическое оборудование, и разрабатывать строительно-акустические меры шумозащиты этих мест в случае превышения допустимых нормами уровней шума.

Список использованных источников

1. Антонов А.И. Влияние характера отражения звука от ограждений на выбор метода расчета воздушного шума в гражданских и промышленных зданиях. / А.И. Антонов, В.И. Леденев, И.В. Матвеева, О.О. Федорова // Приволжский научный журнал. 2017. №2 (42). С. 16-23.
2. Антонов А.И. Методы расчета уровней прямого звука и опыт их использования в практике оценки шумового режима на территориях застройки и внутри зданий. / А.И. Антонов, А.М. Макаров, Е.О. Соломатин // В сборнике: Устойчивое развитие региона: архитектура, строительство, транспорт. Материалы 4-й Международной научно-практической конференции института архитектуры, строительства и транспорта Тамбовского государственного технического университета. 2017. С. 44-47.
3. Антонов А.И. Построение и использование шумовых карт при разработке шумозащитных мероприятий в производственных помещениях с непостоянными рабочими местами / А.И. Антонов, И.В. Матвеева, Н.П. Меркушева, М.А. Пороженко // Биосферная совместность: человек, регионы, технологии. 2018. №4 (24). С. 48-56.
4. Антонов А.И. Расчет шума на городской территории от точечных, линейных и плоских источников звука / А.И. Антонов, И.Л. Шубин // Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ RUS №2016617799. 14.07.2016. Заявка № 2016614937 от 16.05.2016.
5. Антонов А.И. Расчет эквивалентных уровней и доз шума в помещениях с перемещающимися рабочими местами при действии источников постоянного шума / А.И. Антонов, О.А. Жоголева, В.И. Леденев // Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ RUS 2019611755, 04.02.2019. Заявка № 2019610531 от 22.01.2019.
6. Антонов А.И. Расчеты уровней прямого звука от линейных источников шума, располагающихся на промышленных предприятиях и в городской застройке / А.И. Антонов, В.И. Леденев, Е.О. Соломатин // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Строительство и архитектура. 2013. №31-1 (50). С. 329-335.
7. Антонов А.И. Условия, определяющие процессы формирования шумового режима в замкнутых объемах, и их учет при оценке распределения звуковой энергии в помещениях. / А.И. Антонов, А.В. Бацунова, И.Л. Шубин // Приволжский научный журнал. 2015. №3 (35). С. 89-96.
8. Гусев В.П. Расчетные модели излучения звука точечными источниками шума промышленных предприятий / В.П. Гусев, А.И. Антонов, Е.О. Соломатин, А.М. Макаров // Известия высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности. 2019. №3 (381). С. 191-196.
9. Денисов Э.И. Физические основы и методика расчета дозы шума / Э.И. Денисов // Гигиена труда. 1979. №11. С. 24-28.
10. Методические рекомендации по дозной оценке производственных шумов. №2908-82 Минздрав СССР. М. 1982.
11. Giyasov B.I. Method for noise calculation under specular and diffuse reflection of sound / B.I. Giyasov, V.I. Ledenyov, I.V. Matveeva // Инженерно-строительный журнал. 2018. №1 (77). С. 13-22.
12. Tsukernikov I. Noise calculation method for industrial premises with bulky equipment at mirror-diffuse sound reflection / I. Tsukernikov, A. Antonov, V. Ledenev, T. Nevenchannaya // В сборнике: Procedia Engineering Proceedings of the 3rd International Conference on Dynamics and Vibroacoustics of Mashines, ДМ. 2016. 2017. С. 218-225.

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ БИОГАЗОВЫХ УСТАНОВОК В САХАРНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ.

Поливанова Т.В.

*ФГБОУ ВО «Юго-Западный государственный университет», доцент кафедры «Теплогазоводоснабжения»,
viovr@yandex.ru*

Рябцева С.А.

*ФГБОУ ВО «Юго-Западный государственный университет», аспирант,
viovr@yandex.ru*

Семичева Н.Е.

*ФГБОУ ВО «Юго-Западный государственный университет», доцент кафедры «Теплогазоводоснабжения»,
nsemicheva@yandex.ru*

Биоэнергетика, как новая отрасль энергетики, одновременно решает важные задачи получения топлива и охраны окружающей среды. Источником для производства биотоплива является биомасса, различного происхождения (растительного, животного, отходы промышленных производств) [1].

Исследования по определению эффективности используемых технологий очистки сточных вод проводились преподавателями и аспирантами кафедры теплогазоводоснабжения на свинокомплексе в Белгородской области. Состав исследуемых сточных вод представлен в таблице 1

Таблица 1

Показатели сточных вод

Показатели	Единица измерения	Сточные воды		
		До очистки	После локальной механической очистки	После механической и биологической очистки
Температура	°С	18-25	18-21	10-22
Прозрачность по шрифту	см	0,5	1	8
Взвешенные вещества	мг/л	2000	500	50
Жиры	мг/л	1000	50	0
Запах	балл	5	—	2
рН	—	6,5-8,5	—	7-8,5
Жёсткость: Общая	Мг-экв/л	10	—	10

К методам локальной очистки данного типа сточных вод относятся: механические, химические, физико-химические, электрохимические, электрофизические, биологические.

В состав сооружений механической очистки входят: решетки с прозором 10-20 мм, песколовки, жиroleвки и отстойники.

Для отстаивания жиродержащих сточных вод применяют отстойники горизонтального, вертикального и радиального типа. Они чаще всего оборудованы периодически или непрерывно действующими скребковыми механизмами, в отдельных случаях - пневматическим устройством, для сбора всплывшей жиромассы, которая собирается в специальный бункер. Установлено, что в течении первых 10 минут отстаивания на поверхность всплывает до 45% жира, содержащегося в сточной воде, в осадок переходит около 20%, а остальная часть остается в эмульгированном состоянии.

Перечисленных недостатков лишен осветлитель-перегниватель. Эффект удаления взвешенных веществ в осветлителях достигает 75%. Остаточное содержание взвешенных веществ колеблется в пределах 100-300 мг/л.

В последнее время все более широкое распространение получили физико-химические методы очистки, такие как экстракция, сорбция, флотация и другие.

Физико-химические методы очистки, в отличие от биологических могут обеспечивать устойчивую работу сооружений при низкой температуре жидкости, изменении гидравлических и орга-

нических нагрузок. Такие методы требуют значительно меньшую продолжительность обработки сточной жидкости.

Наиболее полно изучен флотационный способ очистки сточных вод, содержащих жир, масло, нефть, нефтепродукты. Метод флотации основан на извлечении взвешенных или коллоидных частиц из жидкости в результате их прилипания к пузырькам воздуха, диспергированного или образующегося в этой жидкости. Прикрепившиеся к пузырькам частицы всплывают на поверхность, образуя пенный слой с более высокой концентрацией частиц, чем в исходной воде [2].

В зависимости от способа насыщения сточной жидкости различают следующие методы флотации: импеллерную, напорную, электрофлотацию.

Процесс выделения из жидкости взвешенных частиц путем их флотации газовыми пузырьками, получаемыми при электролизе воды, называют электрофлотацией. В процессе электролиза выделяются электролизные газы: водород, кислород, азот, хлор. Основная часть газов - водород.

Метод электрохимического коагулирования может быть применен для обработки сточных вод, содержащих эмульгированные частицы масел, жиров и нефтепродуктов, хроматы, фосфаты.

Компактность установок, отсутствие реагентного и складского хозяйства, простота обслуживания являются несомненным достоинством метода электрохимической коагуляции.

Комбинированный метод, включающий электрокоагуляцию и электрофлотацию (электрофлотокоагуляция) отличается высоким эффектом выделения из сточной воды жиров и других загрязнений, более экономичен по расходу электроэнергии и металлических электродов по сравнению с электрокоагуляцией.

Одним из методов более глубокой очистки сточных вод от загрязнений является реагентная обработка сточных вод коагулянтами с последующим отстаиванием. Эффективность извлечения жира при этом увеличивается до 90 %. В качестве коагулянта рекомендуется сернокислый алюминий, сернокислое и хлорное железо.

На предприятиях агропромышленного комплекса широко используют двухступенчатую биологическую очистку сточных вод. В последние годы применяется схема биологической очистки с использованием на первой ступени анаэробного реактора (биореактора), на второй ступени с использованием аэротенков с противоточным движением активного ила [3, 4].

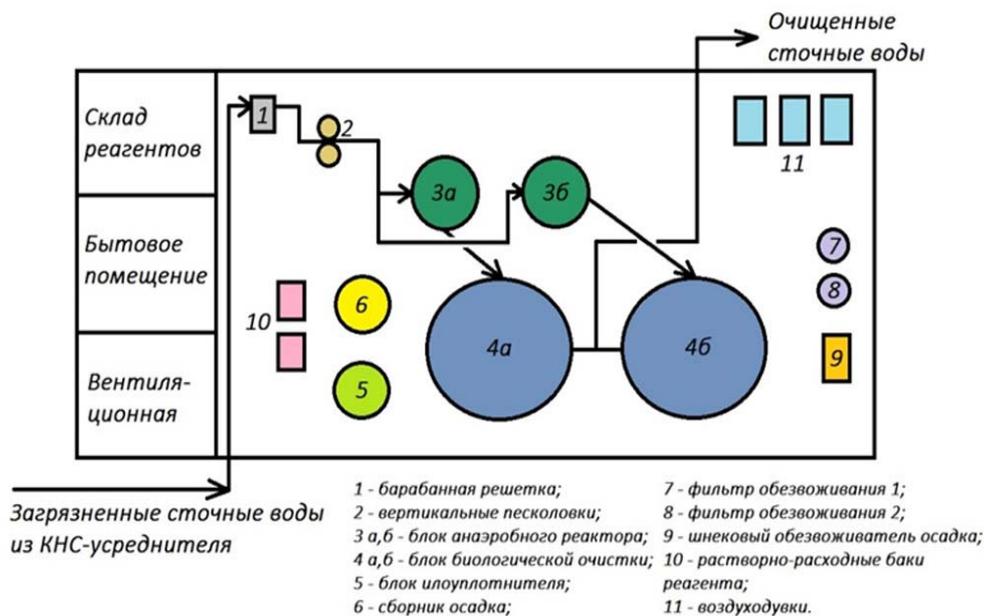


Рисунок 1 - Принципиальная технологическая схема очистки биологической сточных вод

При выборе наиболее эффективных технологий очистки сточных вод необходим комплексный анализ степени воздействия, который позволит найти правильное направление деятельности в организации процессов, обеспечивающих минимальный ущерб окружающей среде.

Список использованных источников

1. Комаров В.И. Проблемы экологии в пищевой промышленности / В.И. Комаров, Т.А. Мануйлова // Экология и промышленность России – 2002. – 6. – С. 4 – 8.
2. Белов А.В. Экологические проблемы переработки отходов пищевой промышленности / А.В. Белов, Н.М. Мусаева, Э.Ю. Булычев // Известия вузов. Пищевая технология. – 2003. – №5 – 6. – С. 132–133.

3. Поливанова Т.В., Спружевник Т.Н., Рябцева С.А. Разработка мобильной биогазовой установки и требований её безопасной эксплуатации. // Международная научно-практическая конференция. Современные проблемы в строительстве: постановка задач и пути их решения. Курск. 2019. С. 202-208.
4. Поливанова Т.В., Рябцева С.А. Использование биогазовых установок в сахарной промышленности для получения дополнительных источников топлива / 7-й Международная молодежная научная конференция. Поколение будущего: Взгляд молодых ученых - 2018. 2018. Т.4. С. 207-210.

УДК 691.491-3

67.09.45: Строительные материалы и изделия на основе полимеров

РАЗРАБОТКА ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫХ ПЕНОПОЛИСТИРОЛЬНЫХ СЛОИСТЫХ ИЗДЕЛИЙ С ВЫСОКИМИ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫМИ СВОЙСТВАМИ

Мамонтов А.А.,

*ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», старший преподаватель кафедры «Конструкции зданий и сооружений»
e-mail: sansanich1409@yandex.ru*

Ярцев В.П.,

*ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», доктор технических наук, профессор, профессор кафедры «Конструкции зданий и сооружений»
e-mail: jarcev21@rambler.ru*

Сокращение потерь тепла через ограждающие конструкции за счет применения теплоизоляционных материалов представляется одним из наиболее эффективных путей повышения энергоэффективности зданий и сооружений.

На отечественном рынке теплоизоляционных материалов прочное место занимают плиты беспрессового пенополистирола (до 50% от общего объема полимерных утеплителей), что обусловлено значительно меньшими в сравнении с другими утеплителями удельными капитальными затратами на организацию их производства.

Эксплуатационные свойства пенополистирольных плит определяются их составом, строением и состоянием (Рисунок 1).

Действие температуры, влажности, световой и проникающей радиации, механических нагрузок вызывает старение и деструкцию суспензионного полистирола, отличающегося низкой молекулярной массой и составляющего основу изделий. [1,4,5,7,11] Положение дел усугубляется строением плит, образованным вспененными гранулами полистирола и сообщающимися порами между ними. В результате механических и атмосферных воздействий происходит развитие и накопление дефектов на макроструктурном уровне, образование и распространение трещин по межгранульным поверхностям с последующим разрушением пенополистирольных плит. [2,3,6,12].

Проводимые в течение отопительного периода натурные испытания экспериментального дома с каркасно-панельными стенами, утепленными плитами из беспрессового пенополистирола ПСБ-С15, выявили низкую эффективность применения этих изделий. Их макроструктура способствует накоплению влаги в теплоизоляционном слое, увеличению его теплопроводности.

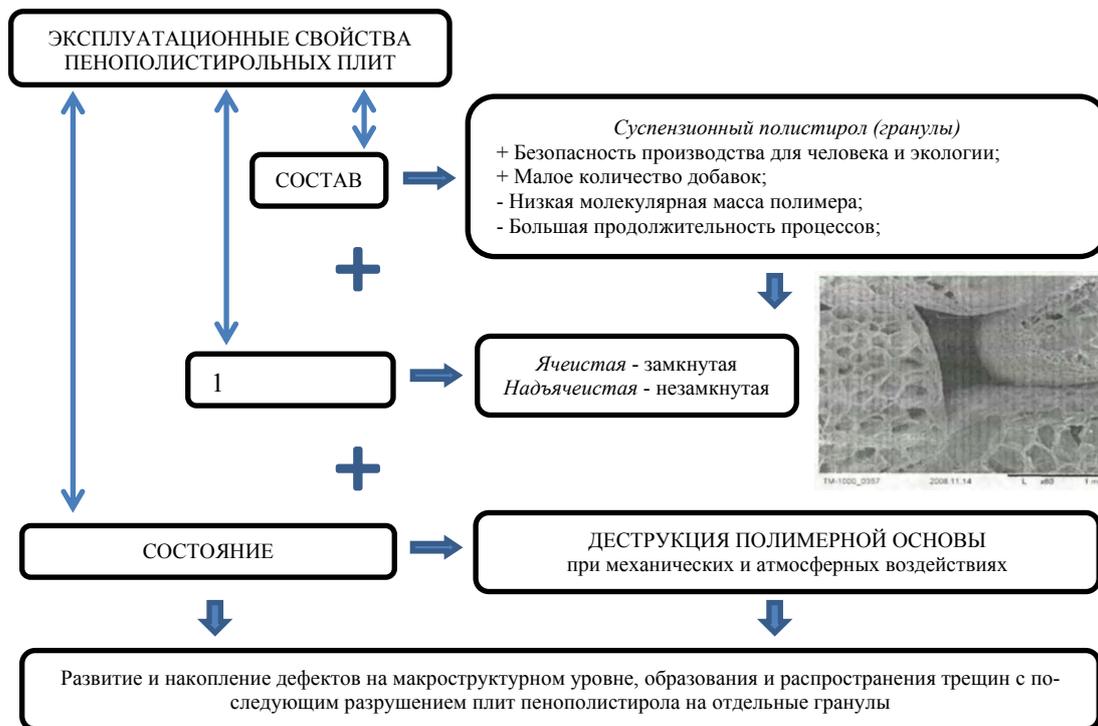


Рисунок 1 – Схема связи свойств пенополистирольных плит с их составом, строением и эксплуатационным состоянием

Влажность материала в течение отопительного периода достигала 12%, из-за чего, в том числе, теплопроводность плит была больше, чем у других утеплителей (Рисунок 2). Кроме того, установлено, что значение коэффициента теплопроводности в ходе трехлетнего наблюдения увеличилось на 23 %.

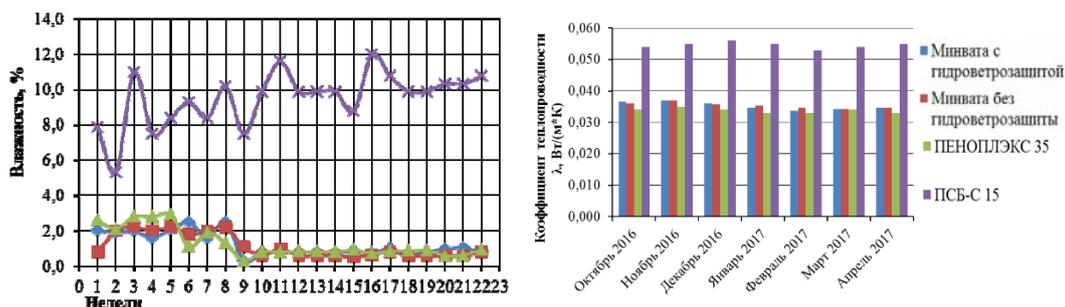


Рисунок 2 – Изменение величины относительной влажности и теплопроводности утеплителей в каркасно-панельных ограждениях в течение отопительного периода

Создание в массиве и на поверхности пенополистирольных плит дополнительных поверхностей раздела, защищающих изделие от атмосферных и механических воздействий, ограничивающих образование дефектов и тормозящих распространение трещин, должно способствовать увеличению их эксплуатационной надежности и долговечности.

В связи с этим, разработка научно обоснованного технологического решения по получению теплоизоляционных пенополистирольных изделий, обеспечивающего повышение их эксплуатационных свойств путем создания слоистой структуры, является актуальной задачей.

Посредством численного анализа и экспериментальных методов разрабатывались слоистые пенополистирольные плиты, представляющие собой композиционный теплоизоляционный материал, который состоит из пластин беспрессового пенополистирола; армирующих слоев из стеклотканевой сетки или стеклохолста; адгезионных слоев, обеспечивающих совместную работу арматуры и пенопласта [8,9].

Рассматривались варианты с внешним, внутренним и комбинированным расположением армирующих слоев (Рисунок 3). При этом варьировались материалы армирования (стеклотканевая сетка или стеклохолст), количество слоев пенополистирола в плите и их толщина.

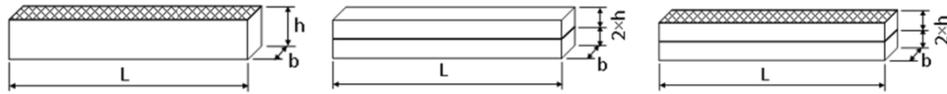


Рисунок 3 - Варианты слоистых пенополистирольных плит с внешним, внутренним и комбинированным расположением армирующих материалов

Численный анализ напряженно-деформированного состояния пенополистирольных плит с разным армированием выполнялся по методу отсчетных поверхностей, как для слоистых прямоугольных пластин, свободно опирающихся по двум сторонам и испытывающих действие поперечной нагрузки. Эффективность вариантов армирования оценивалась по характеру распределения напряжений в пенополистироле и величине их интенсивности (Рисунок 4). [9]

Неармированные образцы отличаются значительной концентрацией напряжений в середине пролета (Рисунок 4а). Устройство внутренней армирующей прослойки из стеклотканевой сетки способствует распределению напряжений в пенополистироле и снижению их интенсивности (Рисунок 4в). Наибольший эффект обнаружен при устройстве в плите прослоек и покрытий (Рисунок 4г). В сравнении с неармированным пенополистиролом интенсивность напряжений снижается в 30 раз.

Влияние вида и материала армирования на поведение плит под нагрузкой исследовалось путем кратковременных механических испытаний поперечным изгибом и пенетрацией [8].

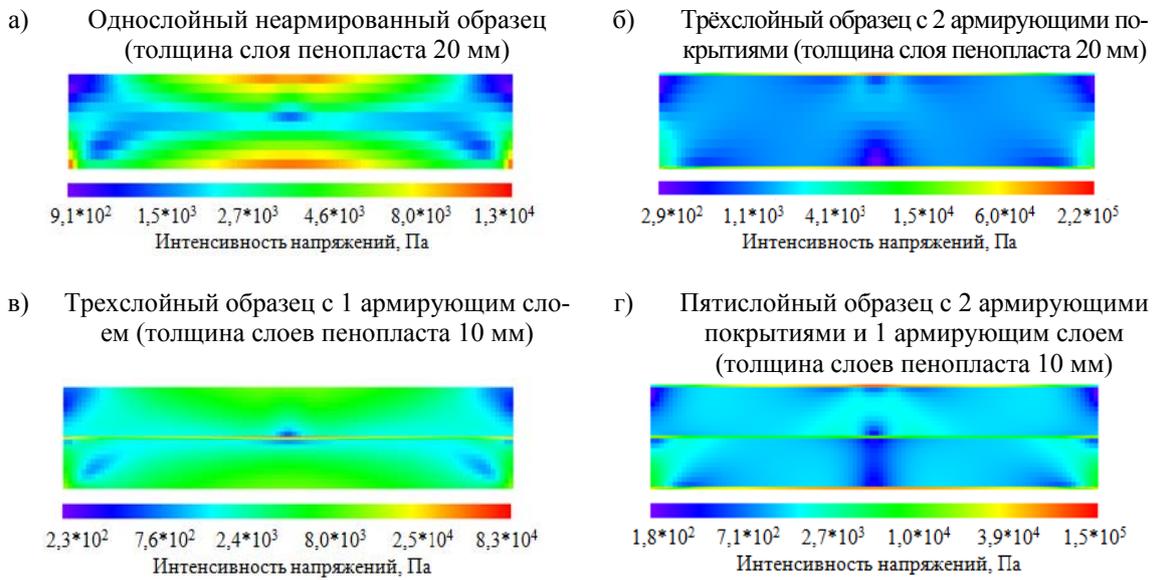


Рисунок 4 – Поля интенсивности напряжений в слоистых пенополистирольных изделиях с различным расположением армирующих слоев

Экспериментально установлено, что совместное устройство армирующих прослоек и покрытий значительно повышает механические показатели плит (Рисунок 5а). Максимальные прочность и жесткость плит беспрессового пенополистирола, армированных стеклотканевой сеткой и стеклохолстом, обеспечиваются соотношением количества и толщины слоев пенопласта в изделии, определяемым эмпирическим коэффициентом слоистости, значения которого составляют при поперечном изгибе $k_u = 4$, а при пенетрации $k_n = 5,5$. Это позволяет при требуемой по теплотехническому расчету толщине плиты (H , мм) определить количество составляющих её слоев пенопласта N (Рисунок 5а), при котором изделие будет отличаться высокой прочностью (Рисунок 5б).

С учетом этого разработана и запатентована армированная пенополистирольная плита, состоящая из двух слоев пенопласта ПСБ-С35 толщиной 10 мм, одной прослойки и двух покрытий из стеклотканевых сеток с ячейками 2,5x2,5 мм. Прочность плиты в 2,7 раза, а твердость в 1,5 раза выше, чем у неармированной плиты ПСБ-С35. [10]

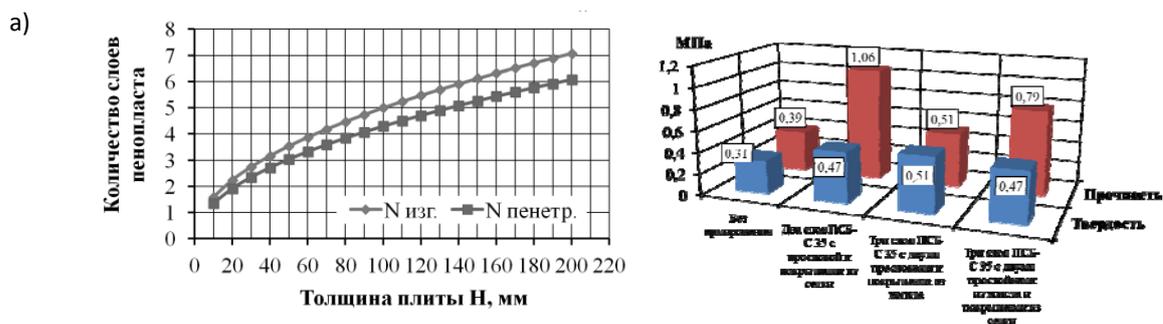


Рисунок 5 - Количество слоев пенопласта в армированной пенополистирольной плите толщиной H , обеспечивающее её максимальную прочность и твердость (а) и механические показатели слоистых пенополистирольных плит с различным армированием (б)

Результаты исследования атмосферостойкости показывают, что прослойки и покрытия из стеклотканевых материалов защищают поверхность теплоизоляционных плит от действия солнечной радиации и влаги, замедляя химическую деструкцию пенополистирола, а также уменьшают его температурные и влажностные деформации и сопутствующие им напряжения, замедляя его механическую деструкцию. Это предупреждает образование и накопление дефектов на макроструктурном уровне, ограничивает распространение трещин и предотвращает разрушение материала. Армирование пенополистирольных плит обеспечивает стабильность их теплофизических свойств в течение длительного срока, т.к. покрытие препятствует прониканию влаги в материал, увеличивая его эксплуатационную надежность.[8]

Долговечность слоистых пенополистирольных плит исследовалась с позиций термофлуктуационной концепции посредством длительных механических испытаний поперечным изгибом и пенетрацией при вариациях напряжений и температур. [8]

Выявлено, что процессы их разрушения и деформирования являются механотермическими, подчиняются принципу температурно-временной-силовой эквивалентности и описываются графическими зависимостями, вид которых определяется материалом армирующего покрытия (Рисунок 6).

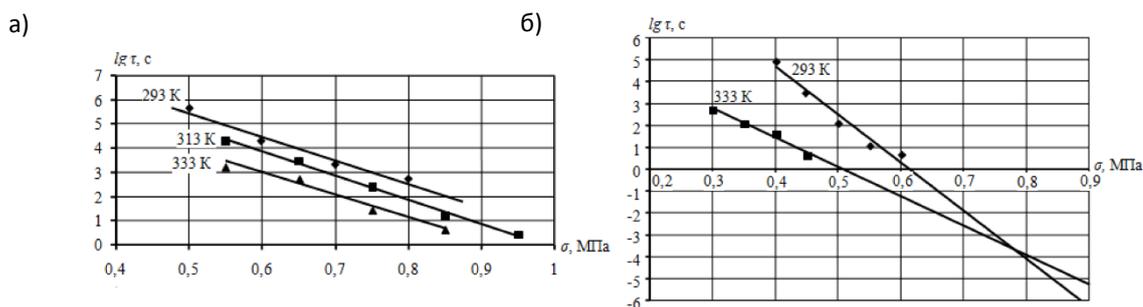


Рисунок 6 – Зависимости долговечности ($\lg \tau, c$) от напряжений при поперечном изгибе (σ, MPa) при вариациях температур для слоистых пенополистирольных плит: а) с прослойкой из стеклохолста и покрытием из стеклотканевой сетки; б) с прослойкой и покрытием из стеклохолста

Представленные на рисунке 6 термоактивационные закономерности описываются уравнением (1) в случае с пересекающимися прямыми (Рисунок 6б) и уравнением (2) в случае с параллельными прямыми (Рисунок 6а):

$$\lg \tau = \lg \tau_m + \frac{(U_0 - \gamma \cdot \sigma)}{2,3 \cdot R \cdot T} \cdot \left(1 - \frac{T}{T_m}\right), \quad (1)$$

$$\lg \tau = \lg \tau_* + \frac{U}{2,3 \cdot R \cdot T} - \frac{\beta \cdot \sigma}{2,3} \quad (2)$$

где τ_m – минимальная долговечность (период колебания кинетических единиц), с; U_0 – максимальная энергия активации процесса разрушения или деформирования, кДж/моль; γ, β – структурно-механические константы, кДж/(моль*МПа); T_m – предельная температура существования твердого тела (разложения или размягчения), К; R – универсальная газовая постоянная, Дж/(моль*К); τ – время до разрушения (долговечность), с; σ – напряжение, МПа; T – температура, К; τ_*, U – эмпирические константы.

Вычисленные значения термофлуктуационных констант показали, что устройство покрытий и прослоек в пенополистирольных плитах способствует увеличению энергии активации (U_0) механических процессов и минимальной долговечности (τ_m) материала, уменьшению величины структурно-механической константы (γ) (Таблица 1).

Значения термофлуктуационных констант при поперечном изгибе плит пенополистирола ПСБ-С35 с различным армированием

Вид материала	Константы			
	τ_m , с	T_m , К	U_0 , кДж/моль	γ , кДж/(моль·МПа)
Неармированная плита пенополистирола ПСБ-С35	$10^{-2,9}$	526,3	200	515,3
Плита с прослойками и покрытием из стеклохолста	$10^{-3,7}$	435	300	400

Полученные данные позволяют прогнозировать долговечность теплоизоляционных слоистых пенополистирольных плит в заданном температурно-силовом интервале, пользуясь уравнениями (1) и (2). Подсчитано, что их долговечность в среднем в 2 раза выше, чем у обычных плит беспрессового пенополистирола.

Предложена принципиальная схема изготовления слоистых теплоизоляционных плит из беспрессового пенополистирола, дополняющая существующие технологические схемы производства пенополистирольных изделий и включающая следующие операции: получение заготовок беспрессового пенополистирола; двукратное нанесение клея на заготовки; нанесение армирующего материала; запрессовка и выдержка пакета; извлечение готового изделия. [10]

Таким образом, авторами теоретически и экспериментально разработано и обосновано технологическое решение, заключающееся в формировании слоистой структуры пенополистирольных плит путем устройства армирующих прослоек и покрытий из стеклотканевых материалов, которое позволяет повысить их эксплуатационные свойства при механическом нагружении и действии окружающей среды.

Список использованных источников

1. Баталин, Б.С. Эксплуатационные свойства пенополистирола вызывают опасение / Б.С. Баталин, Л.Д. Евсеев // Строительные материалы. – 2009. - №10. – С. 55 – 58.
2. Воробьев, В. А. Полимерные теплоизоляционные материалы / В. А. Воробьев, Р. А. Андрианов. - Москва : Стройиздат, 1972. - 320 с.
3. Годилов, П. В. Беспрессовые пенопласты в строительных конструкциях / П. В. Годилов, В. В. Патуроев, И. Г. Романенков. - Москва: Стройиздат, 1969. - 175 с.
4. Гуюмджян, П.П. Исследование долговечности пенополистирола строительного назначения / П.П. Гуюмджян, С.В. Коканин, С.В. Цыбакин // Вестник МГСУ. – 2012. - №1. – С. 88-93.
5. Иванцов, А.И. Натурные исследования эксплуатационных воздействий на фасадные системы с различными видами эффективных утеплителей / А.И. Иванцов, В.Н. Куприянов, И.Ш. Сафин // Жилищное строительство. - 2013. - № 7. - С. 29-32.
6. Кербер, М.Л. Пенополистирол: научный взгляд // М.Л. Кербер, В.Г. Хозин / Строительная орбита. – 2011. - №5. – С. 63 – 65.
7. Климатические испытания строительных материалов: монография / Под общ. ред. д-ра техн. наук проф. О.В. Старцева, акад. РААСН д-ра техн. наук проф. В.Т. Ерофеева, акад. РААСН д-ра техн. наук проф. В.П. Селяева. – М.: Издательство АСВ, 2017. – 558 с.
8. Мамонтов, А.А. Повышение эксплуатационной надёжности пенополистирольных теплоизоляционных плит посредством их армирования стеклотканевыми материалами / А.А. Мамонтов, В.П. Ярцев // Пластические массы. - 2017. - № 7-8. - С. 51-55.
9. Мамонтов, А.А. Численный анализ напряженно-деформированного состояния теплоизоляционных пенополистирольных плит, армированных стеклотканевыми сетками // А.А. Мамонтов, В.П. Ярцев, Г.М. Куликов / Устойчивое развитие региона: архитектура, строительство, транспорт: Мат. 6-ой Межд. науч.-практ. конф., посвящённой 40-летию юбилею Института архитектуры, строительства и транспорта. - ТГТУ. - 2019. - С. 350-354.
10. Мамонтов А.А., Ярцев В.П. Плита пенополистирольная, армированная стеклотканевой сеткой. Патент на изобретение RU 2586990 С1, 10.06.2016. Заявка № 2015109981/03 от 20.03.2015.
11. Павлов, Н.Н. Старение пластмасс в естественных и искусственных условиях / Н.Н. Павлов. - М.: Химия, 1982. - 220 с.
12. Федюк, Р.С. Долговечность различных марок строительного пенополистирола / Р.С. Федюк // Вестник Кузбасского государственного технического университета. - 2013. - № 5(99). - С. 143-148.

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ПРОМЕРЗАНИЯ КОНСТРУКЦИЙ**Федосов С.В.**

*ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет», академик РААСН, д.т.н., профессор,
e-mail: FedosovSV@mgsu.ru, fedosov-academic53@mail.ru*

Румянцева В.Е.

*ФГБОУ ВО «Ивановский государственный политехнический университет», директор института информационных технологий, естественных и гуманитарных наук, советник РААСН, д.т.н., профессор,
e-mail: varrym@gmail.com*

Красильников И.В.

*ФГБОУ ВО «Ивановский государственный политехнический университет», заместитель директора института развития компетенций, к.т.н.,
e-mail: korasb@mail.ru*

Опыт строительства и эксплуатации морских сооружений в условиях Арктики позволил выявить наиболее значимые факторы, влияющие на интенсивность износа материала: жидкостная коррозия бетона (первого, второго и третьего вида), перепады температур (переменное замораживание - оттаивание водонасыщенного материала) обледенение, ледовая абразия и др. [1-3].

Установлено, что износ бетона, вызываемый попеременными циклами замораживания - оттаивания, коррозией в морской воде, усиливает абразивное воздействие ледяного покрова на конструктивные элементы сооружений, приводя к уменьшению их рабочего сечения и, соответственно, снижению несущей способности [4,5]. Поэтому вопросы обеспечения стойкости и долговечности, надежной работы бетонов в экстремальных условиях эксплуатации в сооружениях особенно актуальны.

Впервые задача о промерзании с изменением агрегатного состояния содержащейся влаги в упрощенном виде была решена членами Российской Академии Наук в 1831г. Ляме и Клапейроном [6] и позже Стефаном [7], а затем Л.С. Лейбензоном [8] с некоторым обобщением граничных условий. Эти решения носят частный характер и требуют дальнейшего развития, Решение [8] к тому же не вполне корректно, так как при найденной глубине зоны промерзания $\xi = \beta\sqrt{\tau}$ температура замерзшего слоя $t_1(x_0, t)$ не удовлетворяет уравнению теплопроводности для нее [9]. Указанную задачу можно считать базовой, так как, помимо самостоятельного научного значения, она служит основой для решения подобных одномерных по координате задач о промерзании плоскостных слоистых конструкций методом последовательных приближений.

Современный уровень развития теории тепломассопереноса и вычислительной техники позволяют решать сложные физико-математические задачи, моделирующие процессы переноса, происходящие в строительных конструкциях при их возведении и эксплуатации, в том числе при промерзании макроструктуры [10].

Теоретической базой для выполнения исследований в данном направлении является теория тепломассопереноса и ее логическое выражение в форме системы дифференциальных уравнений в частных производных, описывающих явления тепло-, массо- и баропереноса в твердых телах при различного рода граничных условиях, характеризующих перенос субстанции на границах тел с окружающей их газовой (жидкой) средой, полученная академиком А.В.Лыковым, традиционно записывается в виде [11]:

$$\frac{\partial t}{\partial \tau} = a_q \nabla^2 t + \varepsilon r \frac{c_m}{c_q} \frac{\partial \Theta}{\partial \tau}; \quad (1)$$

$$\frac{\partial \Theta}{\partial \tau} = a_m \nabla^2 \Theta + a_m \delta_T \nabla^2 t; \quad (2)$$

$$-\lambda_q (\nabla t)_n + q_q(\tau) - (1 - \varepsilon) r q_m(\tau) = 0; \quad (3)$$

$$\lambda_m (\nabla \Theta)_n + \lambda_m \delta_T (\nabla t)_n + q_m(\tau) = 0; \quad (4)$$

$$q_q(\tau) = \alpha_q (t_c - t_n); \quad (5)$$

$$q_m(\tau) = \alpha_m (\Theta_n - \Theta_c). \quad (6)$$

Обозначения величин в выражениях (1)-(6): t – температура; τ – время; Θ - потенциал переноса вещества (влаги); $\lambda_{q,m}$ – коэффициенты тепло- и массопроводности; $\alpha_{q,m}$ – коэффициенты теплообмена и массообмена; $a_{q,m}$ – коэффициенты температуро- и потенциалопроводности; δ – термоградиентный коэффициент, отнесенный к разности влагосодержаний; γ – удельная теплота фазового перехода; ε – критерий фазового перехода; c_q – удельная теплоемкость; c_m – удельная массоемкость; λ_p – коэффициент молярного переноса; q_q – плотность теплового потока, q_m – плотность потока массы вещества.

При этом все большее значение приобретали технологические процессы в системах с дисперсной твердой фазой [12,13], поскольку с увеличением дисперсности не только возрастает межфазная поверхность контакта фаз и, соответственно, интенсивность протекания процессов переноса теплоты и массы вещества. При уменьшении размеров частиц до наноструктур существенное влияние на процессы переноса начинают оказывать эффекты микроуровня: физико-химия поверхности и межфазовые взаимодействия [11,12].

Даже в достаточно упрощенной постановке задачи взаимосвязанного тепломассопереноса в форме выражений (1) - (6) (а под упрощенностью в данном случае следует понимать линейную форму записи уравнений (1) - (3) при постоянстве коэффициентов переноса), исследователю приходится иметь дело с весьма непростой проблемой расчета динамики и кинетики для трёх потенциалов переноса при учете порядка 20-ти коэффициентов переноса.

На современном этапе развития науки решению этих проблем способствует развитие методов математической физики и численных методов решения с помощью современных компьютерных технологий. А для их реализации численными методами необходимы эмпирические зависимости, связывающие все параметры переноса с температурой и влагосодержанием.

И в этих условиях, наиболее перспективным является сочетание аналитических и численных методов анализа [12]. Одним из таких методов является упомянутый метод «микропроцессов» [10], положительно зарекомендовавший себя при разработке математических моделей и инженерных методов расчета для сушки, обжига и тепловлажностной обработки строительных материалов [12].

Согласно этому методу время всего процесса взаимодействия конструкции с окружающей средой представляется непрерывной цепью последовательных стадий процесса, на каждой из которых определяемые параметры среды и конструкции можно считать постоянными, но скачкообразно меняющимися при переходе от одного «микропроцесса» к другому.

При этом очень важным обстоятельством является то, что начальными условиями для расчета тепло- и влагопереноса на последующем этапе («микропроцессе») являются результаты расчета на предыдущем этапе. Такой подход позволяет упростить систему уравнений (1)-(6) конкретно для рассмотрения исследуемых явлений тепломассопереноса.

Для решения задачи в зоне промерзания и определения скорости продвижения фронта промерзания в тело конструкции, покажем решение краевой задачи теплопроводности с фиксированными границами и условиями первого рода на этих границах. В общем виде процесс описывается уравнением:

$$\rho(u,t) \cdot c(u,t) \frac{\partial t(x,\tau)}{\partial \tau} = \frac{\partial}{\partial x} \left[\lambda(u,t) \frac{\partial t(x,\tau)}{\partial x} \right] + q_{v,t}(u,t), \quad (7)$$

в котором теплофизические параметры материала ($\rho(u,t)$ - плотность, $c(u,t)$ - теплоемкость, $\lambda(u,t)$ - теплопроводность) зависят от температуры и влажности материала, последнее слагаемое рассматриваемого уравнения - мощность объемного источника тепла, возникающего в зоне промерзания при превращении жидкости в лед (теплота льдообразования), при условии пренебрежения облимацией, показывает влияние фазовых превращений воды на процессы теплопереноса. Мощность данного источника обратно пропорциональна температуре материала. В данном уравнении ее значения можно задавать либо числом, считая равномерной по всей толщине стенки, либо любой математической зависимостью (парабола, косинусоида, экспонента и прочее).

Для решения задачи при переводе ее из нелинейной постановки в линейную примем численно-аналитический метод «микропроцессов», по идеологии которого, как уже отмечалось ранее, решение задачи теплопереноса ищется для малого времени («микропроцесса»), в пределах которого все коэффициенты могут считаться постоянными, но скачкообразно изменяющимися при переходе от одного «микропроцесса» к другому. Перепишем уравнение (7) в следующий вид:

$$\rho c \frac{\partial t(x,\tau)}{\partial \tau} = \lambda \frac{\partial^2 t(x,\tau)}{\partial x^2} + q(x), \quad \tau > 0, \quad 0 \leq x \leq \delta_n. \quad (8)$$

Зададим начальное распределение температур и граничные условия первого рода:

$$t(x,0)=t_0(x); \quad (9)$$

$$t(0,\tau)=t_{пзв}; \quad (10)$$

$$t(\delta_n,\tau)=t_{ф}. \quad (11)$$

Начальное распределение температур может принимать любую математическую функцию [14]: постоянная, линейная наклонная, многочлен n -ой степени (парабола и др.), тригонометрические функции (синусоида, косинусоида и др.), показательные функции (экспонента и др.), дробной функцией (гиперболой) и т.д.

Представим уравнения (8)...(11) в безразмерном виде применим критерии подобия [11]:

$$T(\bar{x}, Fo) = \frac{t(x, \tau) - t_{\phi}}{t_{\text{пзв}} - t_{\phi}}; \quad Fo = \frac{a\tau}{\delta_n^2}; \quad Po(\bar{x}) = \frac{q(x)\delta_n^2}{\lambda(t_{\text{пзв}} - t_{\phi})}, \quad (12)$$

здесь δ_n - толщина зоны промерзания.

С учетом (12) уравнения (8)...(11) примут вид:

$$\frac{\partial T(\bar{x}, Fo)}{\partial Fo} = \frac{\partial^2 T(\bar{x}, Fo)}{\partial \bar{x}^2} + Po(\bar{x}), \quad Fo > 0, \quad 0 \leq \bar{x} \leq 1; \quad (13)$$

$$T(\bar{x}, 0) = \frac{t_0(x) - t_{\phi}}{t_{\text{пзв}} - t_{\phi}}; \quad (14)$$

$$T(0, Fo) = \frac{t_{\text{пзв}} - t_{\phi}}{t_{\text{пзв}} - t_{\phi}} = 1; \quad (15)$$

$$T(1, Fo) = \frac{t_{\phi} - t_{\phi}}{t_{\text{пзв}} - t_{\phi}} = 0. \quad (16)$$

Безразмерные граничные условия (15) и (16) характеризуют значения температур на левой и правой границах слоя промерзания $t_{\text{пзв}}$ и t_{ϕ} .

Решение системы уравнений уже получено ранее [10,15]. Применительно исходному дифференциальному уравнению (13), с учетом начального (14) и граничных условий первого рода (15) и (16) получаем выражение:

$$\begin{aligned} T(\bar{x}, Fo) = \frac{t(\bar{x}, \tau) - t_{\phi}}{t_{\text{пзв}} - t_{\phi}} = & (1 - \bar{x}) - \frac{2}{\pi} \sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{n} \sin(\pi n \bar{x}) \cdot \exp(-\pi^2 n^2 Fo) + \\ & + 2 \sum_{n=1}^{\infty} \sin(\pi n \bar{x}) \exp(-\pi^2 n^2 Fo) \int_0^{\bar{x}} T_0(\xi) \sin(\pi n \xi) d\xi + (1 - \bar{x}) \int_0^{\bar{x}} \xi Po(\xi) d\xi + \\ & + \bar{x} \int_{\bar{x}}^1 Po(\xi) (1 - \xi) d\xi - \frac{2}{\pi^2} \sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{n^2} \sin(\pi n \bar{x}) \exp(-\pi^2 n^2 Fo) \int_0^1 Po(\xi) \sin(\pi n \xi) d\xi, \end{aligned} \quad (17)$$

которое позволяет рассчитывать температурные поля при промерзании и оттаивании строительных конструкций, тем самым прогнозировать динамику фазовых переходов в теле конструкции.

Покажем возможности полученного выражения (17) графически, проведя численный эксперимент. На первом этапе численного эксперимента рассмотрим влияние мощности объемного источника тепла, возникающего в зоне промерзания при превращении жидкости в лед, заданного постоянным значением. Динамика температур на двух временных этапах показана на рисунках 1 и 2. Для упрощения обозначения на графиках, в скобках у безразмерной температуры добавлена третья переменная – Po , критерий подобия Померанцева, который в безразмерных координатах заменяет мощность объемного источника тепла.

Теперь рассмотрим влияние более физического неравномерного распределения по толщине конструкции мощности объемного источника тепла, возникающего в зоне промерзания при превращении жидкости в лед. Графически эти распределения показаны на рисунке 3.

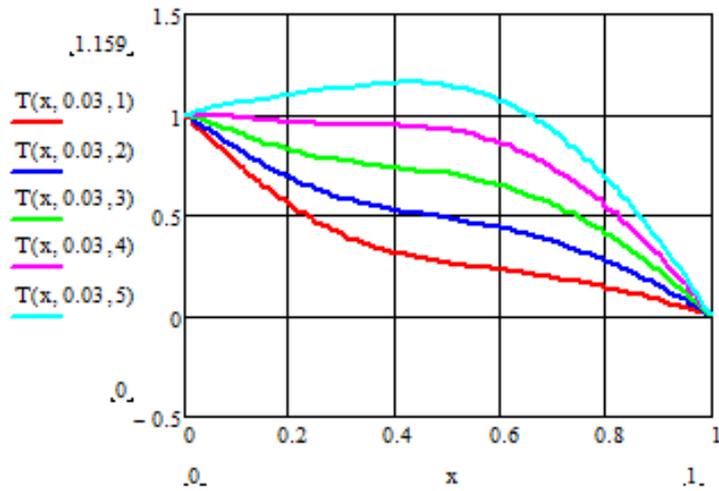


Рисунок 1. Распределение безразмерных температур $T(x, Fo, Po)$ при $Fo=0,03$; $Po=1;2;3;4;5$

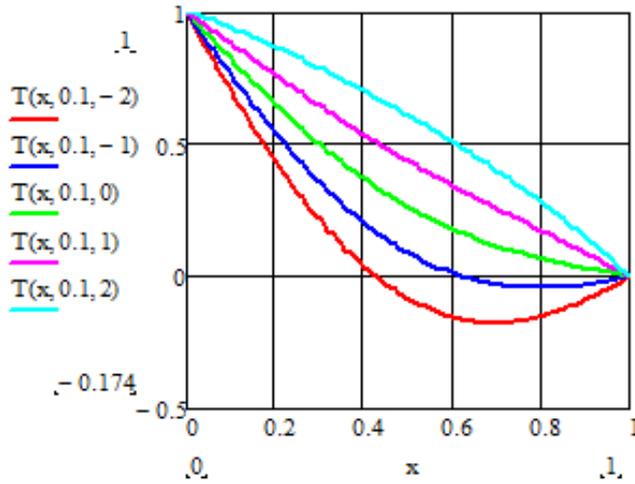


Рисунок 2. Распределение безразмерных температур $T(x, Fo, Po)$ при $Fo=0,1$; $Po=-1;-2;0;1;2$

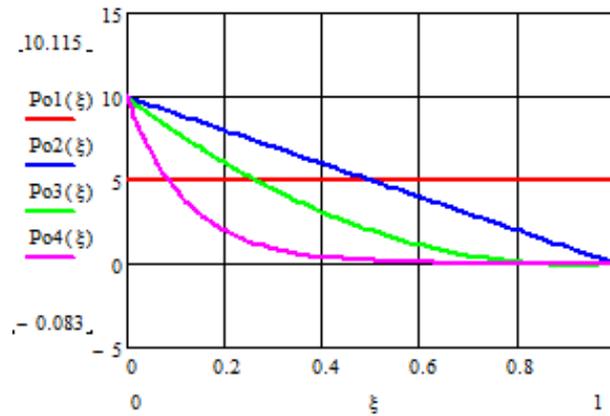


Рисунок 3. Варианты возможного распределения Po (источника льдообразования): 1 - постоянное значение, 2 - наклонная прямая, 3 - парабола, 4 - экспонента

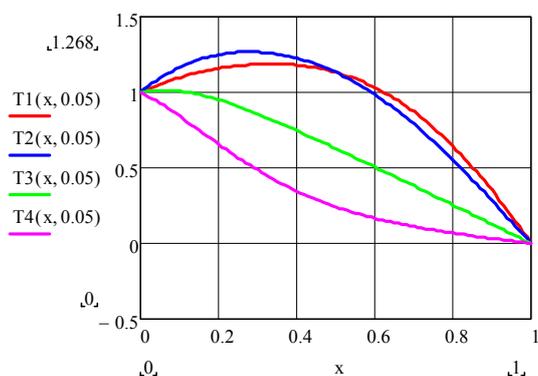


Рисунок 4. Безразмерные температурные поля при $Fo=0,05$ и распределении Po (источника льдообразования): 1 - постоянное значение, 2 - наклонная прямая, 3 - парабола, 4 - экспонента

Полученное решение краевой задачи теплопроводности с учетом начального неравномерного распределения температур и граничными условиями первого рода, совместно с ранее проведенными исследованиями массообменных процессов при жидкостной коррозии бетона (первого, второго и третьего вида) [16,17], позволяет прогнозировать изменение физических, химических и механических свойств на различных уровнях материала, тем самым создавать более точные модели жизненного цикла строительного объекта[18].

Список использованных источников

1. Москвин В.М. Коррозия бетона. М.: Госстройиздат, 1952. 342 с.
2. Bekker A.T., Uvarova T.E., Kim L.V. Abrasion effect of ice cover on supports of structures in conditions of Sakhalin island shelf. Proc. Int. Offshore and Polar Engineering conference. Honolulu, USA, 2003.
3. Duval R., Kadri E.H. Influence of Silica Fume on the Workability and the Compressive Strength of High-Performance Concretes. Cement and Concrete Research. 1998. 533-547 p.
4. Чернышов Е.М., Славчева Г.С., Ким Л.В. О конструкционном потенциале структуры высоко-технологичных бетонов с учетом температурно-влажностных эксплуатационных состояний // Строительные материалы. 2015. № 9. С. 3-17.
5. Славчева Г.С., Чернышов Е.М. Влияние структуры высокопрочных модифицированных бетонов на дилатометрические эффекты при их замораживании // Вестник Инженерной школы Дальневосточного федерального университета. 2015. № 1 (22). С. 53-62.
6. Lame, Clapeyron, Ann. De Chimie et de Phisigue, 47, 250, 1831 -47, с.250.
7. Stefan, Monatschrifte fur Mathem. und Pfus., 1890, с.1.
8. Лейбензон Л.С., Руководство по нефтепромышленной механике, М.-Л., 1931.
9. Александровский С.В., Александровский В.С. Базовая математическая модель теории промерзания влажных пористых тел // Бетон и железобетон. 2005 №6(537). С.20-21.
10. Федосов С.В. Тепломассоперенос в технологических процессах строительной индустрии. Иваново: ИПК ПресСто, 2010. 364 с.
11. Лыков А.В., Михайлов Ю.А. Теория тепло- и массопереноса. М.-Л.Госэнергоиздат, 1963.536с.
12. Рудобашта С.П. Массоперенос в системах с твёрдой фазой. М.: Химия. 1980. 248 с.;
13. Рудобашта С.П., Карташов Э.М. Диффузия в химико-технологических процессах. М.: Химия. 1993. 206с.
14. Румянцева В.Е. Сравнительный анализ уравнений распределения температур по толщине железобетонной панели в процессах тепловлажностной обработки/В.Е. Румянцева, И.В. Красильников, С.С. Лавринович, Н.М. Виталова//Приволжский научный журнал.2015.№3(35). С.70-76.
15. Промерзание влажных грунтов, оснований и фундаментов / С.В. Федосов, Р.М. Алоян, А.М. Ибрагимов и др. М.: АСВ, - 2005. - 277 с.
16. Федосов, С.В. Теоретические исследования влияния мощности внутреннего источника массы на процесс массопереноса при коррозии первого вида цементных бетонов /С.В. Федосов, В.Е. Румянцева, И.В. Красильников // Academia. Архитектура и строительство. 2014. № 1. С. 102-105.
17. Федосов С.В., Румянцева В.Е., Красильников И.В., Логинова С.А. Исследование влияния процессов массопереноса на надежность и долговечность железобетонных конструкций, эксплуатируемых в жидких агрессивных средах //Строительные материалы. 2017. № 12. С.52–57.
18. Инженерный и экономический анализ энергосберегающих мероприятий: учебное пособие / Алоян Р.М., Федосов С.В., Матвеева Н.Ю., Красильников И.В., Андреева О.Р., Летиция Гарсия Крус, Давид Валеро, Висенте Монтиэль, Иисус Иньеста; под общ. ред. Федосова С.В. Тамбов: Изд-во ИП Першина Р.В., 2014. 165 с.

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ЛИНИЙ РАЗДАЧИ КОРМОВ

Завражнов А.И.,

*ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», профессор, академик РАН,
профессор кафедры «Агроинженерия»,*

*ФГБОУ ВО «Мичуринский государственный аграрный университет», профессор, академик РАН,
главный научный сотрудник
e-mail: zavrzhnov@mgau.ru*

Ведищев С.М.,

*ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», доцент, заведующий
кафедрой «Агроинженерия»,
e-mail: serg666_65@mail.ru*

Зазуля А.Н.,

*ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», профессор, профессор
кафедры «Агроинженерия»,*

*ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт использования техники и
нефтепродуктов в сельском хозяйстве», профессор, главный научный сотрудник
e-mail: zazulja_an@rambler.ru*

Коновалов В.В.,

*ФГБОУ ВО «Пензенский государственный технологический университет», профессор, профессор
кафедры «Технология машиностроения»,
e-mail: konovalov-penza@rambler.ru*

С позиции «системного подхода» оборудование для раздачи и приготовления кормов должно соответствовать ресурсосберегающей технологии: КОРМА→МАШИНА→ЖИВОТНОЕ→ПРОДУКЦИЯ→ОКРУЖАЮЩАЯ СРЕДА под контролем и управлением ЧЕЛОВЕКА [3, 6, 13, 14] с возможностью соответствия рассматриваемых факторов уровню потребности животного в кормах при получении качественной продукции в запланированном объеме при минимальных затратах энергии и средств [4, 5, 6, 7, 9, 15, 16].

Максимальная эффективность животноводства может быть достигнута: за счет использования высокопродуктивных пород животных, внедрения прогрессивных технологий их содержания, поения, создания требуемых условий среды обитания, уборки навоза и кормления при наличии технологически и технически надежных средств технического оснащения [2, 4, 5, 6, 7, 9, 13, 14].

Доля кормов в общих затратах на производство продукции составляет 60...75% себестоимости. Повышая эффективность использования кормов можно снизить затраты на единицу продукции [2, 4, 5, 6, 7, 9, 10, 13, 14].

Экономическая эффективность рассчитывается на основе сопоставления затрат, прибыли и рентабельности производства. Увеличение экономической эффективности возможно за счет увеличения цены реализуемой продукции или за счет уменьшения себестоимости. Снижение себестоимости может быть достигнуто при увеличении объема полученной продукции или экономии затрат на получаемую продукцию. Одним из основных факторов, определяющих мясную продуктивность и качество свинины, является кормление, его общий уровень и полноценность [11, 12].

Технологическая эффективность характеризует использование ресурсов производства и применяется для оценки процесса производства. Технологическая эффективность измеряется натуральными показателями, стоимостные оценки эффективности качества кормления животных основываются на технологической эффективности [4, 5, 6, 16].

При откорме свиней зоотехническая наука основным выходным критерием оптимизации, применяет среднесуточный привес. Величина среднесуточного привеса зависит от большого количества факторов. В качестве возмущающих факторов выступают качество кормовой смеси, ненаблюдаемость текущей массы животных, а также случайность ее распределения в группе. При использовании заводных комбикормов нет возможности влияния на его качество. В случае приготовления смеси непосредственно на ферме контролируют качество смеси по показателю неоднородности [4, 5, 6, 7, 8, 9, 10].

Погрешности в нормированном кормлении негативно сказываются на продуктивности свиней и экономических показателях производства. При снижении нормы на 10-20% среднесуточные привесы

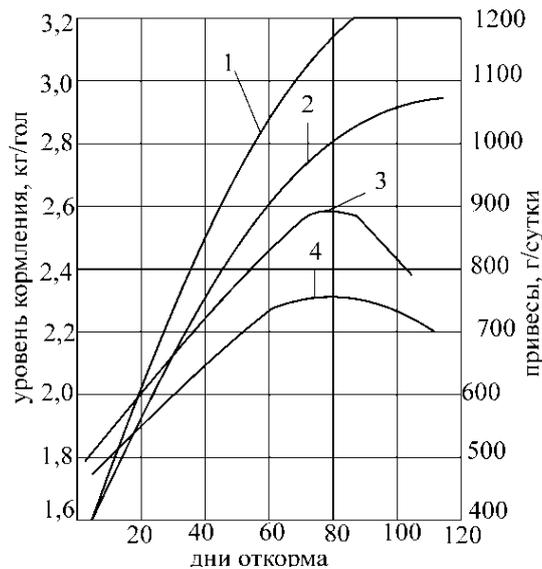
уменьшаются на 100-200 грамм. При превышении нормы кормления на стадии откорма в теле свиней более интенсивно откладывается жировая ткань, часть кормов теряется из-за неполной усвояемости питательных веществ [1, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10].

Доступных аппаратных средств, позволяющих оперативно определять среднесуточные привесы на животноводческих объектах содержания свиней не существует. За основу модели привесов была взята функция роста [1, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10]:

$$P(m) = P_{100} \left(\frac{m}{100} \right)^{0,25} \cdot \left(\frac{D - D_{pod}}{D + D_{pod}} \right), \quad (1)$$

где P_{100} – потенциально возможный привес животной массы 100 кг для данной породы и для данных условий содержания, кг.; D , D_{pod} – доза кормления и поддерживающая доза кормления, кг.

Зависимости изменения планируемых среднесуточных привесов растущих и откармливаемых свиней специализированных мясных пород с начала откорма при различных периодах кормления представлены на рисунке 1.



1 - среднесуточный привес 750-800 г/сутки; 2 - среднесуточный привес 650-700 г/сутки;
3 - уровень кормления свиней при планируемых привесах 750-800 г/сутки; 4 - уровень кормления свиней при планируемых привесах 650-700 г/сутки

Рисунок 1 – Зависимости уровня планируемых среднесуточных привесов растущих и откармливаемых свиней от уровня кормления с начала откорма

Если за критерий количественной оценки качества кормораздачи принять коэффициент вариации, то можно записать [1, 2, 4, 5, 10, 11, 12]:

$$v_q = \pm v_{\delta} \pm v_{\varphi} \pm v_t \pm v_{azp}, \quad (2)$$

где v_q – неравномерность кормораздачи, %; $v_{\delta}, v_{\varphi}, v_t, v_{azp}$ – неравномерность соответственно плотности корма, коэффициента заполнения дозатора, времени выгрузки корма, скорости перемещения кормораздатчика, %.

В настоящее время при принятой технологии приготовления и раздачи кормов объем приготовленного корма определяется ориентировочно. Однако, даже точный контроль при приготовлении объема корма не исключает его потерь, так как при раздаче корма присутствуют субъективные факторы, связанные с работой оператора.

В процессе откорма масса животных и их качество по различным секторам претерпевают существенные изменения.

Проведенные исследования в одном из свиноводческих хозяйств Тамбовской области показали, что отличие численности животных в станках достигает 8 голов, причем разность в 3-4 головы встречается наиболее часто. Требуемая (зоотехническая) доза корма для выдачи в каждую групповую кормушку определялась из журнала доз в зависимости от количества животных в станке и нормы выдачи комбикорма на голову и периода содержания (рисунок 2).

Исследования показывают, что общая средняя неравномерность выдачи доз корма в ручном режиме за время испытаний составляет 17,29% (размах от -10% до +37%). Причем отклонение в минус от нормы наблюдалось только в трех кормушках из 24 клеток в свинарнике. Таким образом можно сделать вывод, что отклонения фактических доз от нормируемых значений достигает 40%, что негативно сказывается на эффективности производственной деятельности.

60



Рисунок 2 – Показатели раздачи корма в ручном режиме кормораздатчиком со шнековым дозирующим органом

Наиболее обобщающим критерием оценки системы раздачи кормов является технологический эффект, который связывает показатели энергоэффективности и качества выполнения процесса раздачи и приготовления кормов:

$$\mathcal{E}_m = \frac{Q_{np}}{\sum \mathcal{E}}, \quad (3)$$

где \mathcal{E}_t - технологический эффект, ((г/сут)/(Вт·с/кг)); Q_{np} – потери среднесуточных привесов свиней, г/сутки; $\sum \mathcal{E}$ – затраты энергии на процесс раздачи Вт·с/кг.

Среднесуточные привесы животного в зависимости от качественных показателей работы линии раздачи кормов определяются по выражению

$$Q_{np} = P_{ном} - P_{100} \left(\frac{m}{100} \right)^{0,25} \left[\frac{D_{pod}}{(D + D_{pod})^3} \right] \sigma^2, \quad (4)$$

где $P_{ном}$ – нормированный привес свиньи при отсутствии флуктуации дозы кормления; σ - среднее квадратичное отклонение дозы D ; Q_{np} – планируемые среднесуточные привесы свиней, г/сутки; P_{100} – потенциально возможный привес животного, для данной породы и данных условий содержания, грам; $P_{ном}$ – генетически возможный привес животного, грам; m – фактическая масса животного, кг; D , D_{pod} – для кормления и поддерживающая доза кормления, к.е.

Затраты энергии на процесс раздачи складываются из затрат мощности на привод рабочих органов кормораздачи с учетом времени работы этих рабочих органов за время раздачи

$$\sum \mathcal{E} = (N_d \cdot t_d \cdot z_d + N_{agr} \cdot t_{agr} + N_{cm} \cdot t_{cm}) \cdot d_k, \quad (5)$$

где N_d , N_{agr} , N_{cm} - мощность на привод за раздачу соответственно дозаторов, ходовой части и мешалки, Вт; t_d , t_{agr} , t_{cm} – время работы за раздачу соответственно дозаторов, ходовой части и мешалки, с; z_d - количество дозирующих органов, шт; d_k – кратность кормления животных.

Результаты лабораторных исследований кормораздатчиков ограниченной мобильности при выдаче корма в индивидуальные и групповые кормушки представлены в таблице 1.

Анализ результатов показывает, что кормораздатчики могут выдавать сухие рассыпные кормосмеси в групповые и индивидуальные кормушки. Пределы регулирования подачи обеспечивают необходимую норму выдачи свиньям в соответствии с зоотехническими требованиями. Выдача корма дозирующими органами кормораздатчика регулируется в следующих пределах:

- подача шнекового дозатора с управляемой захватывающей способностью в зоне загрузочного окна от 2,5 до 8,0 кг/с;
- подача шнекового дозатора с активным каналом обратного хода от 0,19 до 1,00 кг/с;
- подача барабанного дозатора с подвижными элементами в ячейках от 3,5 до 8 кг/с при выдаче сухой рассыпной кормосмеси; масса корма в ячейке регулируется от 1,5 до 4,4 кг;
- подача барабанного дозатора с подвижными лопатками в ячейках от 1,5 до 3,3 кг/с при выдаче сухой рассыпной кормосмеси; масса порции корма в ячейке от 1,0 до 2,1 кг.

Таблица 1

Результаты лабораторных исследований электромобильных кормораздатчиков

показатели	Неравномерность дозирования, v_{q_2} , %		Удельные затраты энергии, $\mathcal{E}_{вд}$, Вт·с/кг		Технологический эффект, ((г/сутки) (Вт с/кг))
	I_{min}	I_{max}	I_{min}	I_{max}	
1	2	3	4	5	6
при выдаче сухой рассыпной кормосмеси в индивидуальные кормушки					
Кормораздатчик на рельсовой тележке со шнековыми дозаторами с активным каналом обратного хода	3,60	2,95	0,099	0,116	0,036
Кормораздатчик на рельсовой тележке с барабанными дозаторами с подвижными элементами в ячейках	3,3	3,45	0,066	0,045	0,0596
Кормораздатчик на рельсовой тележке с барабанными дозаторами с подвижными лопатками в ячейках	4,08	2,09	0,105	0,135	0,0567
Кормораздатчик КС-1,5	16,63	12,52	0,172	0,144	0,0188
при выдаче сухой рассыпной кормосмеси в групповые кормушки					
Кормораздатчик на рельсовой тележке со шнековыми дозаторами с управляемой захватывающей способностью в зоне загрузочного окна	1,91	1,48	0,094	0,093	0,236
Кормораздатчик на рельсовой тележке с барабанными дозаторами с подвижными элементами в ячейках	2,31	1,61	0,083	0,076	0,213
Кормораздатчик на рельсовой тележке с барабанными дозаторами с подвижными лопатками в ячейках	4,08	3,45	0,134	0,079	0,219
Кормораздатчик на пневматических колесах со шнековыми дозаторами с управляемой захватывающей способностью в зоне загрузочного окна	1,96	1,52	0,093	0,116	0,232
Кормораздатчик КС-1,5	19,27	15,13	0,091	0,075	0,161

Неравномерность выдачи корма кормораздатчиками, оснащенные модернизированными рабочими органами находится в пределах зоотехнических требований и не превышает 5%.

При выдаче корма в индивидуальные кормушки кормораздатчики, оснащенные барабанными дозирующими органами, имеют показатели качества выше в среднем в 1,1-1,7 раза.

Улучшенные показатели качества модернизированных кормораздатчиков объясняется исключением сводообразования в зоне загрузочного окна (шнековые дозаторы с управляемой захватывающей способностью в зоне загрузки и с активным каналом обратного хода), формированием дозы корма в ячейке с эффектом всасывания и очисткой ячеек при выгрузке (барабанные дозаторы с подвижными элементами в ячейках или с подвижными лопатками в ячейках).

Показатели технологического эффекта, кормораздатчиков ограниченной мобильности при выдаче в индивидуальные кормушки находятся в пределах 0,0360...0,0596 ((г/сутки)/(Вт с/кг)) и 0,1...0,236 ((г/сутки)/(Вт с/кг)) при выдаче в групповые кормушки..

Сравнительная оценка использования кормораздатчиков по показателю технологического эффекта (таблица 1) показывает, что более высокие показатели имеют кормораздатчики при выдаче в групповые кормушки, чем при выдаче в индивидуальные в среднем в 2,0...3,5 раза.

Более высокий технологический эффект при выдаче корма в индивидуальные кормушки имеют кормораздатчики с барабанными дозирующими органами. Это связано с более высокой их технологичностью. Они позволяют формировать дозу корма с меньшими значениями неравномерности (что оплачивается дополнительными привесами) при относительно небольших затратах энергии. К тому же возможность раздачи корма в индивидуальные кормушки без остановки кормораздатчика у каждой кормушки при непрерывно работающей мешалке позволяет сократить общее время раздачи, и, как следствие, снизить суммарные затраты мощности на процесс раздачи кормосмеси.

Список использованных источников

1. Ведищев, С.М. Анализ дозаторов кормов / Прохоров, А.Ю. Глазков // Вопросы современной науки и практики. Университет им В.И. Вернадского, 2014. - №1(50). - С.103-108.
2. Ведищев, С.М. Классификация бункерных кормораздатчиков для свиней/ С.М. Ведищев, А.В. Прохоров, А.В. Милованов, Н.О. Милоков // Вопросы современной науки и практики. Университет им В.И.Вернадского, - 2014. - №2(51). - С.43-48.
3. Ведищев, С.М. Механизация приготовления кормов: в двух частях: учебное пособие для бакалавров и магистрантов, обучающихся по направлениям 35.03.06, 35.04.06 "Агроинженерия". Часть 2 [электронное издание] // С.М.Ведищев, В.П. Капустин, Ю.Е. Глазков и др. - Тамбов: ИПЦ ФГБОУ ВПО "ТГТУ", 2015. - 129 с.
4. Ведищев, С.М. Методика оценки эффективности технологических линий приготовления и раздачи кормов / С.М. Ведищев, А.И. Завражнов, В.П. Капустин, А.В. Прохоров // Наука в центральной России. - №6(36) – 2018. – С.35-42.
5. Ведищев, С.М. Обоснование эффективности системы раздачи кормов / С.М. Ведищев, А.И. Завражнов, А.В. Прохоров, М.К. Бралиев // Наука в центральной России. - №1(43) – 2020. – С.11-21.
6. Гируцкий, И.И. Поточно-механизированные линии с микропроцессорным управлением для откорма свиней: дис. ... д-ра техн. наук: 05.20.01 / Гируцкий Иван Иванович.- Москва, 2007.- 333 с.
7. Кормановский, Л.П. Механико-технические основы точных технологий приготовления и раздачи кормосмесей крупному рогатому скоту многофункциональными агрегатами / Л.П. Кормановский, М.А. Тищенко. - Зеленоград: ВНИПТИМЭСХ, 2002. – 344 с.
8. М 29.055-87. Типовая методика определения качества смешивания кормов. – Введ. 30.09.1987.–Дослідницькое: Ротапринт ВНИИМОЖ, 1987.–36 с.
9. Махаев, Е.А. Нормы потребности в энергии, питательных веществах и кормления свиней мясного типа [текст] : Справочное пособие / Е.А. Махаев. - Дубровицы: ВИЖ им. Л.К. Эрнста, 2015. - 116 с.
10. Методика определения экономической эффективности технологий и сельскохозяйственной техники / Под ред. А.В. Шпилько. - М. : И.К. "Родник", Т.Л. "Аграрная наука", 1998. - 220 с.
11. НТП-АПК 1.10.16.002-03. Нормы технологического проектирования сельскохозяйственных предприятий по производству комбикормов. - Введ. 01.01.2004. - М.: Издательство стандартов, 2004. - 82 с.
12. РД 10.19.2-90 - Руководящий документ. Испытания сельскохозяйственной техники. Машины и оборудование для приготовления кормов. Методы испытаний. - М.:, 1990. – 20 с.
13. Техническое обеспечение животноводства: Учебник / А.И. Завражнов, С.М. Ведищев, М.К. Бралиев, В.И. Китун, В.И. Передня, Н.Н. Романок, В.А. Бабушкин, В.Ф. Федоренко: Под ред. А.И. Завражнова. - СПб.: Издательство "Лань", 2018. - 516 с.
14. Технические средства в молочном скотоводстве / А.И. Завражнов, С.М. Ведищев, М.К. Бралиев и др. / Под ред. А.И. Завражнова. - Уральск: Зап.-Каз. агр.-техн. ун-т им. Жангир хана, 2017.-411 с.
15. Хлыстунов, В. Ф. Механико-технологическое обоснование технического оснащения системы жизнеобеспечения свиноводства: автореф. дис. ... д-ра техн. наук: 05.20.01/ Хлыстунов Виктор Федорович. Зеленоград, 2000.- 39 с.
16. Эффективность сельскохозяйственного производства (методические рекомендации) / Под ред. И.С. Сандау, В.А. Свободина, В.И. Нечаева, М.В. Косолаповой, В.Ф. Федоренко. - М.: ФГБНУ "Росинформротех", 2013. - 228 с.

АЛГОРИТМ И ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДЛЯ ОБРАБОТКИ СПЕКТРОГРАММ ЯБЛОК

Балабанов П.В.,

*ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», доктор технических наук,
доцент, профессор кафедры «Мехатроника и технологические измерения»,
e-mail:pav-balabanov@yandex.ru*

Дивин А.Г.,

*ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», доктор технических наук,
доцент, заведующий кафедры «Мехатроника и технологические измерения»,
e-mail:agdv@yandex.ru*

Егоров А.С.,

*ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», кандидат технических наук,
доцент кафедры «Мехатроника и технологические измерения»,
e-mail:egorov.andrey@list.ru*

Юдаев В.А.,

*ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», магистрант кафедры «Ме-
хатроника и технологические измерения»,
e-mail:pt-arta@yandex.ru*

За последние несколько лет получили широкое распространение методы гиперспектрального контроля качества яблок [5]. Анализ работ в данной области показал, что при создании роботизированных систем сортировки, основанных на детектировании дефектов яблок по их спектрограммам, необходимы быстрые и надежные методы обработки большого объема гиперспектральной информации [4]. В данной работе решена задача обработки гиперспектральных изображений яблок с использованием искусственной нейронной сети.

Для получения гиперспектральных изображений яблок была использована камера SpecimFX10e с линейным сенсором. Данная камера была установлена над линией транспортировки – рольганговым конвейером и позволяла получать гиперспектральные изображения с частотой 30 кадров/с области интереса, включающей линию транспортировки и объекты контроля (яблоки), перемещающиеся на ней с линейной скоростью до 5 см/с. Гиперспектральное изображение области интереса представляет собой матрицу размерностью 1024×224, где каждая из 224 строк представляет одномерное изображение, полученное на заданной длине волны, где длина волны находится в диапазоне 400..1000 нм и изменяется с шагом 2,3 нм. Обработка указанного массива информации должна осуществляться в режиме online со скоростью не более 0,1 с, достаточной для отбраковки объектов контроля, признанных негодными (содержащих дефекты). Нейросетевые алгоритмы обработки гиперспектральных данных удовлетворяют указанным требованиям.

Современные исследования в области определения свойств объектов контроля по их гиперспектральным изображениям показывают, что, несмотря на большое количество архитектур искусственных нейронных сетей [2], для решения задачи классификации объекта по его гиперспектральному изображению успешно применяются полносвязные нейронные сети прямого распространения (Deep-Feedforward, DFF) [1,3,6]. В таких сетях входной сигнал распространяется в прямом направлении от слоя к слою. Многослойные перцептроны включают входной слой, один или несколько скрытых слоев, выходной слой. В данной работе мы использовали входной слой, состоящий из 224 нейронов, выходной слой – из 9 нейронов и два внутренних слоя, оптимальное количество нейронов на каждом из которых определяли опытным путем. Опытным путем выбирали оптимальные функции активации в скрытых слоях.

Для классификации спектрограмм применяется нейронная сеть прямого распространения с двумя скрытыми слоями (рис. 1). При выборе конфигурации сети были проведены экспериментальные исследования зависимости точности классификации объектов контроля от следующих параметров конфигурации сети: количество нейронов в скрытых слоях, тип функции активации в слоях сети, количество эпох при обучении, объем выборки при обучении сети. Проверялись следующие значения: количество нейронов 64, 80, 96, 112, 128 для первого слоя, и 16, 32, 48, 64 для второго слоя. Количество эпох: 10, 20, 30. Batchsize: 250, 500, 750, 1000. Предварительные исследования показали, что для дос-

тижения точности классификации не менее 50% необходимо использовать следующие функции активации: “sigmoid”, “softmax”, “relu”. Для всех слоев проверялись комбинации данных функций. Общее количество проверенных конфигураций сети составило 6480.

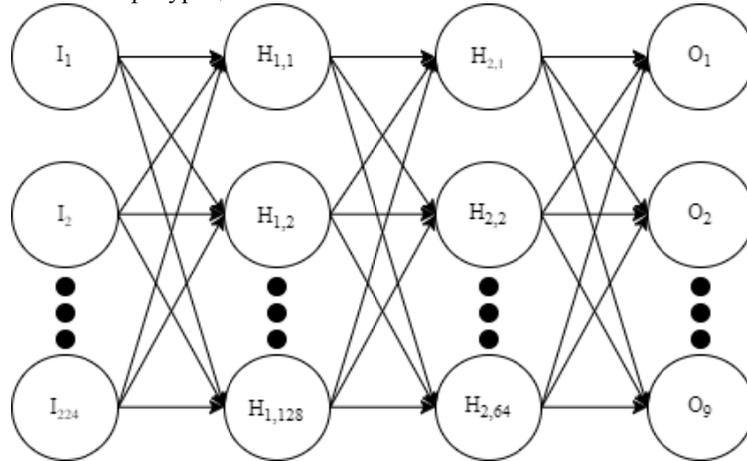


Рисунок 1 - Архитектура нейросети для классификации спектрограмм

Обучение нейронной сети производилось на 1000 гиперспектральных изображениях области конвейера и 11000 гиперспектральных снимках яблок, включая здоровые образцы, дефекты (гниль, парша, повреждение плодовой кожурой, увядшее яблоко), а также области ткани яблока, содержащие чашелистики и плодоножку. Данные были разделены на обучающую и тестовую выборки в соотношении 80% на 20%, соответственно. Для программной реализации нейронной сети использовался язык программирования Python 3.7 и библиотека Keras.

В результате экспериментальных исследований (полный отчет по всем конфигурациям доступен по адресу https://github.com/egorovandrey/hyperspectral_AI_results) и расчетов была выбрана нейронная сеть прямого распространения с двумя скрытыми слоями, функцией активации «gelu» в скрытых слоях и функцией активации «softmax» в выходном слое. Количество нейронов в скрытых слоях составило 128 и 64 для первого и второго слоя соответственно. Количество эпох обучения составило 30. Batchsize равен 250. Данная конфигурация показала точность классификации на тестовой выборке 0.847. Дальнейшее увеличение количества нейронов или эпох в выбранной конфигурации сети не позволило увеличить точность классификации, при этом процесс обучения и классификации происходил с меньшей скоростью.

Таким образом, разработан алгоритм и программа для классификации яблок в зависимости от видов дефектов их поверхности. Заданы классы дефектов – гниль, повреждение плодовой кожурой, парша, увядшее яблоко, а также классы – неповрежденная ткань, область чашелистика и плодоножки. Для указанных областей получено 12500 одномерных гиперспектральных изображений (спектрограмм) в диапазоне 400..1000 нм с разрешением 2,3 нм. Для классификации указанных областей использовали нейронную сеть прямого распространения с двумя скрытыми слоями по 128 и 64 нейрона, функцией активации «gelu» в скрытых слоях и функцией активации «softmax» в выходном слое. Наивысшая точность классификации 0,85 получена на тестовой выборке 6000 образцов при количестве эпох обучения 30 и Batchsize 250.

Работа выполнена при поддержке Министерства науки и высшего образования РФ в рамках выполнения проекта по Соглашению № 05.604.21.0240, уникальный идентификатор RFMEFI60419X0240.

Список использованных источников

1. Fernandez-Redondo M., Hernandez-Espinosa C., Torres-Sospedra J. Hyperspectral image classification by ensembles of multilayer feedforward networks. 2004 IEEE International Joint Conference on Neural Networks (IEEE Cat. No.04CH37541). doi:10.1109/ijcnn.2004.1380097.
2. Haykin S. Neural Networks: A Comprehensive Foundation. Pearson Education Inc., 2008, 906 p.
3. He M., Huang, R. Feature Selection for Hyperspectral Data Classification Using Double Parallel Feedforward Neural Networks. Lecture Notes in Computer Science. 2005. PP. 58–66. doi:10.1007/11540007_8.
4. Huang W.Q., Li J.B., Wang Q.Y., Chen L.P. Development of a multispectral imaging system for online detection of bruises on apples// Food Eng. 2015. № 145. PP. 62–71.

5. Li J.B., Luo W., Wang Z., Fan S. Early detection of decay on apples using hyperspectral reflectance imaging combining both principal component analysis and improved watershed segmentation method // *Postharvest Biology and Technology*. 2019. № 149. PP. 235-246.
6. Marpu P. R., Gamba P., Niemeier, I. Hyperspectral data classification using an ensemble of class-dependent neural networks. 2009 First Workshop on Hyperspectral Image and Signal Processing: Evolution in Remote Sensing. doi:10.1109/whispers.2009.5289013.

УДК 629.113

73.31.41: Техническая эксплуатация и ремонт средств автомобильного транспорта. Автосервис

АНАЛИЗ СОВРЕМЕННЫХ НАПРАВЛЕНИЙ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ТЕХНИЧЕСКОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ АВТОМОБИЛЕЙ

Доровских Д.В.,

ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», кандидат технических наук, доцент кафедры «Техника и технологии автомобильного транспорта», ул. Мичуринская, 112, корп. Д, г. Тамбов, Тамбовская область, 392032, Россия, e-mail: dima.dorovskikh@yandex.ru

Милованов А.В.,

ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой «Техника и технологии автомобильного транспорта», ул. Мичуринская, 112, корп. Д, г. Тамбов, Тамбовская область, 392032, Россия, e-mail: milovanov_a_v@mail.ru

Введение. Основными системными проблемами в России на автомобильном транспорте (АТ) на современном этапе являются [1]:

- снижение объемов транспортной работы;
- убыточность деятельности пассажирского транспорта на автобусных маршрутах общего пользования;
- массовое старение подвижного состава и неотработанность механизмов его замены;
- несоответствие структуры грузового и пассажирского парка спросу на его услуги;
- неудовлетворительный уровень безопасности автомобильных перевозок и значительная экологическая нагрузка на окружающую среду.

Целью исследования является анализ современного состояния ТЭА АТ и разработка современных подходов к контролю технического состояния автомобиля с учетом условий эксплуатации.

Анализ последних исследований и публикаций. Техническая эксплуатация автомобилей (ТЭА), по определению [2-4] является одной из важнейших подсистем АТ, которая, в свою очередь, представляет подсистему транспорта в структуре достаточно сложной транспортно-коммуникационной программы государства. Основной целью ТЭА как подсистемы АТ, является обеспечение необходимого уровня технического состояния подвижного состава (ПС). В целом до 50% себестоимости перевозок прямо или косвенно зависит от качества и эффективности ТЭА. Важность ТЭА подтверждается тем, что, например, на поддержку автомобилей в работоспособном состоянии в США тратится примерно 30 млрд. долларов в год, а во всем мире на ТЭА в год тратится примерно 100 млрд. долларов. В США на эксплуатацию одного автомобиля расходы в год составляют 1800-1900 долларов [5].

Важнейшим звеном ТЭА является выбор системы технического обслуживания и ремонта (ТО и Р) ПС, которая регулируется комплексом взаимосвязанных положений и норм, определяющих порядок, организацию, содержание и нормативы проведения работ по обеспечению работоспособности парка автомобилей.

Основная особенность современной системы ТЭА на автомобильном транспорте общего пользования (АТОП) постсоветских стран [1, 2] это:

- отсутствие нормативной базы относительно обязательности каждого владельца ПС проводить определенный комплекс технических воздействий, которые обеспечивают работоспособность и безопасность, результатом чего является потеря на АТОП механизма управления уровнем технического состояния автомобильного парка через гибкую систему ТО и Р;
- отсутствие необходимой информационной базы отрасли в виде сети опорных предприятий, что позволяло АТОП ранее, во-первых, контролировать реализованные показатели качества и надежности ПС в эксплуатации и, во-вторых, предъявлять обоснованные требования к заводам-производителям автомобилей;
- неэффективность, предложенной государством, системы сертификации услуг ТО и Р.

В результате АТОП и, прежде всего, малые предприятия автомобильного транспорта (МПАТ) области, оказались в сложных условиях, так как они [1, 2]:

- обязаны обеспечить техническое состояние ПС в соответствии с государственными требованиями безопасности движения и экологической безопасности транспорта;
- не имеют условий (базы, оборудования, персонала) для поддержания работоспособности и необходимого технического состояния ПС;
- не имеют четко узаконенных обязательств применять систему ТО и Р и выполнять такой минимальный объем работ ТО и Р, который может обеспечить необходимую работоспособность и безопасность ПС.

Созданный организационный и технологический вакуум привел к практически неконтролируемой эксплуатации автомобилей в большинстве МПАТ, что привело к резкому ухудшению технического состояния автомобильного парка, увеличению количества ДТП, вызванных неисправностью автомобилей и загрязнение окружающей среды [2, 3].

Результаты исследований. Известно, что важнейшим звеном ТЭА является выбор системы ТО и Р ПС, которая регулируется комплексом взаимосвязанных положений и норм, определяющих порядок, организацию, содержание и нормативы проведения работ по обеспечению работоспособности парка автомобилей [3 - 6].

В нашей стране была принята плано-предупредительная система ТО и Р автомобилей. Принципиальные основы данной системы поддержки автомобилей в технически исправном состоянии практически сформировались в 1929-1933 гг. в виде разработки и реализации системы плано-предупредительных ремонтов на АТ, предусматривающие четыре вида обслуживания и предупредительный ремонт. С 1936 года начала действовать плано-предупредительная система с принудительным осмотром (инспекцией) автомобилей и выполнением ремонтов по необходимости. В 1943 г. вышло в свет «Положение о профилактическом обслуживании автомобилей», которое приобрело вид принципов профилактической системы ТО и Р автомобилей, предусматривающее проведение ЕО, ТО-1, ТО-2, текущий, средний и капитальный ремонты. Далее появился нормативный документ «Положение о профилактическом обслуживании автомобилей», который корректировался в 1947, 1949, 1954, 1963, 1974, 1984-1994, 1998 годах с учетом опыта его применения, изменения условий эксплуатации, совершенствования конструкции автомобиля и проводимых научно-исследовательских работ.

Сущность этой системы заключается в том, что техническое обслуживание носит профилактический характер и осуществляется по плану, а ремонт – по необходимости.

Для контроля и обеспечения технического состояния ПС придерживаются плано-предупредительного ТО в соответствии с нормами и нормативами его изготовителя, установленными для нормальных условий эксплуатации, с учетом информации системы OBD, в частности информации, полученной сканированием памяти бортового компьютера ПС специальными технологическими средствами [7].

Следует отметить, что современная структура АТОП – это совокупность отдельных перевозчиков и автопредприятий в виде МПАТ, которые являются новыми образованиями для отрасли, где действуют три группы способов ТЭА [8].

Первая группа – ТЭА собственными силами. Для того чтобы организовать отдельное структурное подразделение, занимающееся исключительно ТЭА необходимо сделать значительные первоначальные вложения, поддерживать штат квалифицированных специалистов и иметь хорошо организованное складское хозяйство. Для большинства современных МПАТ (90%), существующих в России, такие расходы являются нерациональными.

Вторая группа – ТЭА с помощью подрядных организаций. Это организации, которые имеют постоянный штат квалифицированных специалистов и необходимую производственную техническую базу. Раньше это был наиболее распространенный путь решения задачи по поддержанию необходимого уровня технического состояния ПС. Однако к его очевидным недостаткам относится отсутствие системного подхода организации ТЭА, так как у «разового» специалиста зачастую нет возможностей судить о том, какие события в динамике происходят на ПС.

Третья группа – системы ТЭА в виде сервисного гарантийного и послегарантийного обслуживания. В этом случае отношения со специализированными сервисами завязываются уже при покупке нового ПС, при начале его эксплуатации в рамках гарантийного срока. Отличительной особенностью фирменного сервиса является то, что именно здесь наиболее ярко выражены возможности и преимущества ИПИ / CALS / PLM-технологий, поскольку агрегат, узел, система, ПС в целом находятся под пристальным вниманием специалистов непосредственно от сборочного конвейера до места эксплуатации. При этом способе реализации условий ТЭА могут существовать два уровня организации сервиса: фирменный и авторизованный, где обязательной составляющей является подключение ПС к интернету. Этим обеспечивается возможность контроля и управления надежностью ПС, в рамках информационного обеспечения ЖЦ изделия, на основе сбора информации о надежности агрегатов, узлов, систем

и ПС в целом (отказы, ремонты, аварийные и чрезвычайные ситуации, влияние работ при ТО и Р на надежность). При этом обеспечивается дальнейший анализ и прогноз работы ПС.

Существующая система ТО и ремонта сформировалась на базе упрощенной модели функционирования транспортной инфраструктуры: автомобиль в основном работает с привязкой к собственному предприятию. При этом обслуживающая и ремонтная база была сосредоточена в рамках конкретного ПАТ и все виды технических воздействий осуществлялись им самим. В существующей системе ТО и ремонта негибкость, в части обеспечения безотказной работы автомобиля на линии, проявляется в воднообразии подхода к автомобилям разного возраста: перечень операций и периодичность ТО идентичны и для нового автомобиля, и для автомобиля перед его капитальным ремонтом и списанием.

Неуклонное развитие новых видов перевозок приводит к увеличению времени пребывания ПС вдалеке от основной производственной базы, и, вследствие этого, повышается роль профилактического ТО автомобилей. Поэтому создание гибкой "адаптивной" системы контроля и управления техническим состоянием автомобиля с элементами индивидуального подхода к каждому конкретному автомобилю становится первоочередной задачей [8, 10].

Под адаптивной системой ТО и Р автомобилей понимается система, которая благодаря изменению своей структуры и значений параметров, может приспосабливаться к изменению внутренних и внешних условий. Уровень, которого достигла современная техническая диагностика (ТД), позволяет при технической эксплуатации автомобилей реализовать практически любые задачи по выявлению и прогнозированию технического состояния автомобилей. Так, например, адаптивная система, предложенная в работе [10], предполагает необходимость проведения ТО и Р по индивидуальной программе. Такое ТО и Р условно называют индивидуальным техническим обслуживанием (ИТО). В разработке в этом случае назначают на основе индивидуальных диагностических данных.

В связи с применением на автомобилях сложных высокоэффективных электронных систем управления, встроенной бортовой диагностики, развития спутниковых систем навигации и мобильной связи, современных технологий появилась возможность не только контролировать географическое положение ПС и осуществлять связь с диспетчером ПАТ, но и осуществлять дистанционный мониторинг с оценкой уровня технического состояния автомобиля, что вполне позволяет реализовать практически любые задачи по выявлению и прогнозированию технического состояния автомобиля.

Существующая система ТО и ремонта сформировалась на базе упрощенной модели функционирования транспортной инфраструктуры. Это в свою очередь позволит перейти к индивидуальной (адаптивной) системе ТО и Р автомобилей.

Базовыми принципами ИТО является [8, 9, 10]:

- плано-предупредительный принцип определения и устранения неисправностей и проведения технических воздействий;
- оперативное управление работоспособностью автомобиля на основе прогнозирования состояния с использованием информационных технологий в ТД;
- индивидуальный подход к оценке технического состояния каждого конкретного автомобиля;
- индивидуальное прогнозирование периодичности ТО и технического состояния автомобиля.

В связи с этим весь процесс развития систем ТО и Р следует признать как процесс адаптации систем к их внешней среде, а непосредственный процесс функционирования самой системы - это процесс адаптации уже объекта подчиненного системе к его существованию. Поэтому в целом, все системы ТО и Р целесообразно отнести к адаптивным системам [10]. Основу таких систем сегодня составляют автоматизированные системы управления (АСУ) на основе информационных технологий ТД [8]. Эти системы обеспечивают индивидуальный подход к оценке технического состояния каждого конкретного автомобиля.

Четвертый принцип - это одно из основных положений функционирования АСУ техническим состоянием автомобиля и один из основных резервов повышения эффективности и дальнейшего совершенствования. Сегодня этому мешает только недостаточная точность современных методов прогнозирования.

Повышение точности прогнозов предлагается на основании определения закономерностей, которые одновременно учитывают индивидуальное техническое состояние систем, агрегатов, механизмов автомобиля и интенсивность его изменения от пробега, а также факторов условий эксплуатации, влияющих на автомобиль и его составляющие элементы на соответствующем пробеге.

В адаптивной системе, прогнозирование может проводиться на основании результатов обработки диагностической информации, в соответствии со схемой прогнозирования и управлением техническим состоянием автомобиля с применением АСУ [9, 10].

В данном случае информацией об изменении технического состояния автомобиля являются значения параметров, используемых для прогнозирования. Это календарные даты и значения наработки автомобиля, которые соответствуют зафиксированным значениям параметров, а также другая информа-

ция, которая находится в центре диагностики и получена на основе компьютеризированных средств диагностики. Вся эта информация передается АСУ для обработки и это является основой формирования массива нормативно-справочной и диагностической информации, необходимой для организации процесса прогнозирования. Для этого применяют специально разработанные программные средства.

Основой автоматизированной адаптивной системы является база данных об автомобиле. Она представляет собой систему взаимосвязанных таблиц. В ней размещается информация разного рода и поэтому она базируется на системе управления базами данных – Microsoft Access, что обеспечивает относительно простое создание и корректировку базы данных.

Одним из важнейших вопросов при создании АСУ ТО и Р является выбор оптимального состава средств технической диагностики. Сегодня это важный вопрос, поскольку речь идет о создании систем оперативного контроля и управления техническим состоянием, которое базируется на принципах прогнозирования технического состояния автомобиля и его отдельных систем, агрегатов и механизмов.

Для небольших предприятий автомобильного транспорта решение данной задачи позволяет каждому предприятию определить свое научно обоснованное направление развития адаптивных систем ТО и Р в условиях ограниченных финансовых возможностей и имеющегося широкого спектра предложений, которые постоянно предлагаются специалистами по организации адаптивных систем ТО и Р.

Необходимость квалифицированного определения современных составляющих адаптивной системы ТО и Р подтверждается достаточно сложной структурной схемой интеллектуальной транспортной системы (ITS) управления, представленной на рисунке 1.

На АТ для обеспечения работоспособности автомобиля традиционно применяются три стратегии, характеристики которых приведены в таблице 1.

Таблица 1

Стратегии обеспечения работоспособности

№		Вид работ
I	Поддерживает заданный уровень трудоспособности	Техническое обслуживание
II	Восстановление утраченной трудоспособности	Ремонт
III	Комбинация I та II стратегий	ТО и Р

На АТ существует, согласно классификации [2, 3], три основных вида систем ТО и Р (тактики) транспортных машин (рисунок 2):

- по наработке;
- по состоянию;
- смешанная.

Суть системы «по наработке» заключается в том, что технические воздействия выполняются для изделий - автомобиля, через определенный пробег (время), независимо от его технического состояния. В результате значительная часть ресурса РС не используется, поэтому такая модель системы ТО и Р имеет значительную стоимость и в практике может применяться только для специальных автомобилей. Например, на АТ эта система используется для тех узлов и деталей автомобиля, от которых зависит безопасность его движения [3]

Суть системы «по состоянию» заключается в том, что технические воздействия проводятся для изделий только при достижении ими контролируемых параметров своего критического уровня, то есть предельно допустимого состояния. На практике для реализации такой системы ТО и Р необходимо специальное контрольно-диагностическое оборудование и в целом умение специалистов инженерно-технической службы, измерять непрерывно или периодически контролируемые (диагностические) параметры изделия. Сегодня такие системы, в результате глобализации ТД и неразрушающего контроля, успешно внедряются в мире техники многими зарубежными фирмами. Там они получили название «Condition Monitoring» [3], а в современной терминологии ТЭА – это «индивидуальные» системы ТО и Р или «адаптивные» [10].

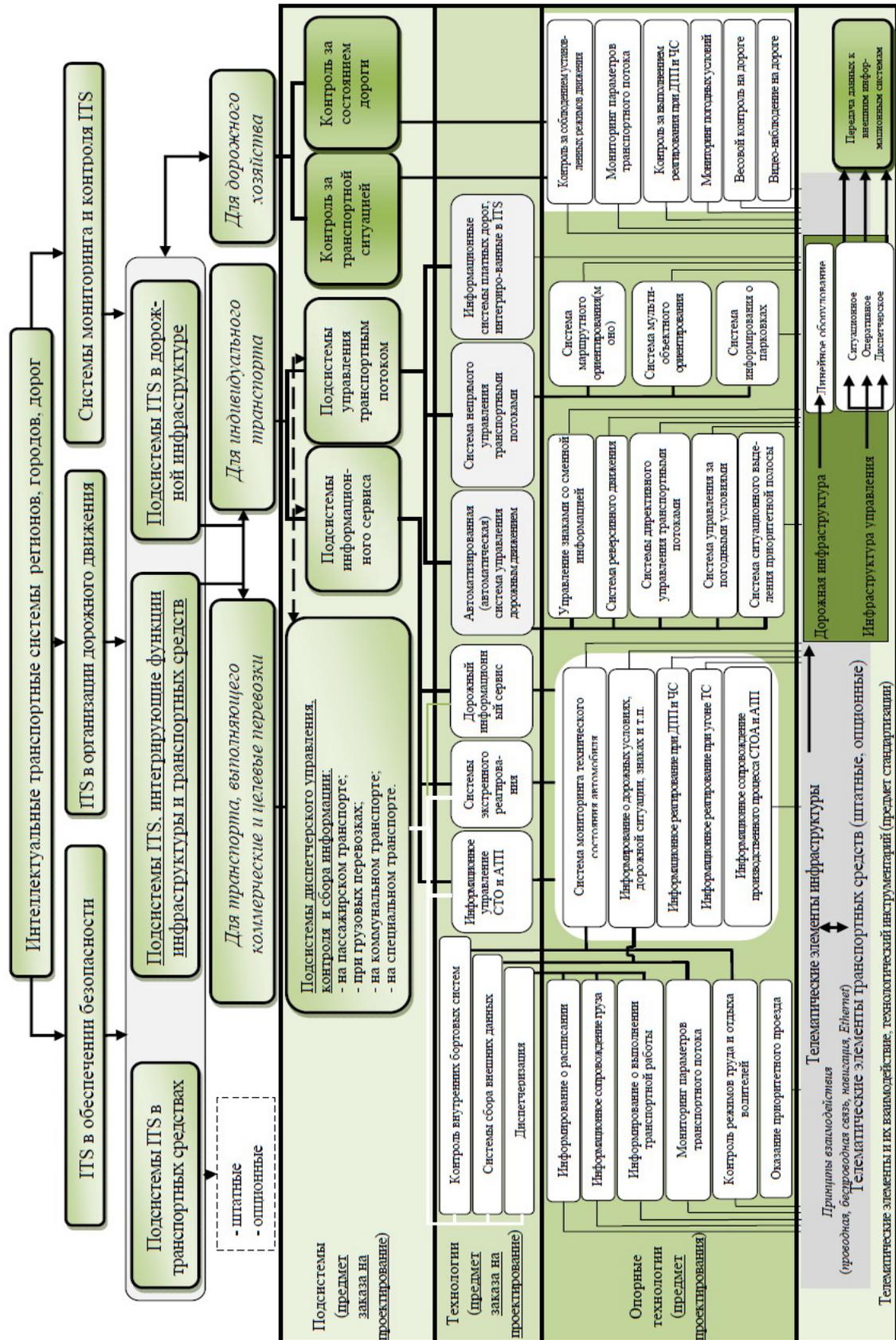


Рисунок 1 – Функциональная архитектура ITS

Новым приемом для АТОП в сфере технического контроля состояния ПС является создание информационных систем организационно-функциональной поддержки процессов эксплуатации ПС, с помощью информационной интеграции: во-первых, стадий жизненного цикла (ЖЦ) ПС, во-вторых систем его технического контроля (контроля и диагностики состояния ПС).

Примером может служить программа Torque, как основа «автомобильной» концепция FADEC, представляющая собой первый шаг к системе FRACAS и, соответственно ИПИ / CALS / PLM-технологий, которые предназначены для получения и отображения диагностической информации бортовой системы самодиагностики. Сегодня она уже «умеет» отображать текущие параметры работы двигателя, других систем, узлы агрегатов, отображать и расшифровывать «коды ошибок», «стирать ошибки» электронного блока управления (ЭБУ), автоматически отправлять значения величин контролируемых параметров датчиком (логи) в интегрированное электронное информационное метакосмос, где в течение полугодия можно посмотреть не только текущие значения контролируемых величин в разное время, но и увидеть на карте весь маршрут ПС за этот период [1].

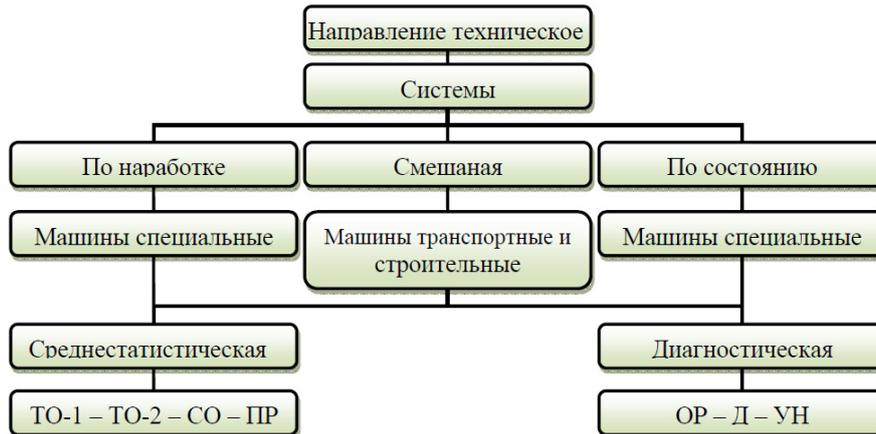


Рисунок 2 – Схема организации ТО и Р транспортных машин

Не менее значимыми для ИПИ / CALS / PLM-технологий на АТОП являются такие простые (с точки зрения решаемых на АТ задач) электронные информационные системы, как:

- GPS-Trace Orange, предоставляющая на базе коммерческой системы мониторинга транспорта «Wialon» услуги спутникового наблюдения и контроля через Web-интерфейс с ПС, оснащенным трекером или любыми другими коммуникаторами с модулем GSM [10];

- M2M (машинно-машинное взаимодействие или англ. Machine-to-Machine, Mobile-to-Machine, Machine-to-Mobile), что создает технологии, которые позволяют достаточно просто, надежно и выгодно обеспечить передачу данных между «умными» устройствами (smart devices) [8];

- СКРП (Система контроля расхода топлива), представляющая собой набор современных «инструментов» управления ПС, основанный на базе спутниковой навигации мониторинга транспорта, что обеспечивает контроль расхода топлива, нагрузки на оси, времени работы ПС и прочих параметров эксплуатации [8];

- Teletrack, представляющий специализированный программно-аппаратный комплекс для спутникового мониторинга, состоящий из бортового сканер – коммуникатора (контроллер - коммуникатор, различные датчики, обеспечивающие открытую архитектуру, масштабируемость, гибкость системы мониторинга), ПО (серверного, диспетчерского «Track Control») и позволяет интегрировать данное решение для мониторинга транспорта решая сложные и нестандартные задачи [8];

- Dynafleet®, являющийся шведской транспортно-информационной системой или единым телематическим продуктом для тягачей (например, Scania), которая работает на всей территории ЕС.

Совокупность на АТОП традиционных предприятий и абсолютно новых образований (например, GPS-Trace Orange, M2M, СКРП и др.), что представляют электронные информационные системы и технологии, формирует на АТОП и АТ в целом совершенно новые принципы ТЭА ПС. Под одним из таких принципов понимается адаптивная система поддержки технического состояния ПС [10], ключевым моментом которой является разработка информационно-коммуникационной системы и базы прогнозных моделей, обеспечивающих путем мониторинга дистанционное получение необходимой текущей информации от ПС и ее обработку, а также выработка корректирующих воздействий.

Выводы. В связи с проведенным анализом стратегий и тактик ТО и Р ПС можно сделать вывод, что традиционная, сформированная на АТОП течение многих лет система ТО и Р, уже не отвечает в

целом современным требованиям ТЭА. Ее основным преимуществом является только возможность спрогнозировать расходы запасных частей материалов при отсутствии современных диагностических систем, а основным недостатком – принятие решения о проведении работ ТО и Р на основании информации опробега ПС.

Новым приемом для АТОП в сфере технического контроля состояния ПС является создание информационных систем организационно-функциональной поддержки процессов эксплуатации ПС. Внедрение в ТЭА новых базовых принципов "адаптивной" системы управления техническим состоянием автомобиля, ключевым моментом которой является разработка информационно-коммуникационной системы и базы прогнозных моделей, обеспечивающих путем мониторинга дистанционное получение необходимой текущей информации от ПС и ее обработку, а также выработку корректирующих воздействий.

Список использованных источников

1. Информационные технологии на автомобильном транспорте : [монография] / В. М. Власов [и др.]; под общ. ред. В. М. Приходько ; Федеральное агентство по образованию, Московский автомобильно-дорожный ин-т (гос. технический ун-т). - Москва : Наука, 2006. - 282с.
2. Российская автотранспортная энциклопедия : практ. рекомендации и норматив. база / Моск. гос. автомобил.-дорож. ин-т (Техн. ун-т) и др.; гл. науч. ред. - Е.С. Кузнецов. - [1. изд.]. - М., 2000-Т. 3; Вып. 2: Техническая эксплуатация, обслуживание и ремонт автотранспортных средств : справ. и науч.-практ. пособие для специалистов отрасли "Автомобил. трансп.", для студентов и науч. сотрудников профил. учеб. заведений, НИИ / [Луканин В.Н. и др.]. - [2001]. - 455 с.
3. Кузнецов, Е.С. Техническая эксплуатация автомобилей: учебник для вузов. 4-е изд., перераб. и доп. / Е. С. Кузнецов, А. П. Болдин, В. М. Власов и др. – М.: Наука, 2004. – 535 с.
4. Глазков, Ю.Е. Технологический расчет и планировка автотранспортных предприятий: учебное пособие. / Ю.Е. Глазков, Н.Е. Портнов, А.О. Хренников. –Тамбов: Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та, 2009. – 92 с.
5. Кузнецов, Е. С. Техническая эксплуатация автомобилей в США / Е. С. Кузнецов. - М. : Транспорт, 1992. - 350 с.
6. Положение о техническом обслуживании и ремонте подвижного состава автомобильного транспорта / Минтранс РСФСР. - М.: Транспорт, 1986. - 73с.
7. Лавренченко А.А. Методы и средства технической диагностики цилиндропоршневой группы двигателя // Современная наука: теория, методология, практика: Материалы 1-й всероссийской (национальной) научно-практической конференции, 26-27 ноября 2019г. / ФГБОУ ВО "Тамбовский государственный технический университет". – Тамбов, Изд-во Першина Р.В., 2019. С. 212-214.
8. Зубрицкас, И. И. Методология совершенствования системы управления техническим состоянием автомобилей на основе информационных технологий [Текст]: монография / И. И. Зубрицкас ; М-во образования и науки Российской Федерации, Новгородский гос. ун-т им. Ярослава Мудрого. - Великий Новгород: Новгородский гос. ун-т им. Ярослава Мудрого, 2011. - 115 с.
9. Глазков Ю. Е., Коробов А. В. Использование информационных технологий при определении годовой программы автотранспортных предприятий // Научно-методический электронный журнал «Концепт». – 2017. – Т. 39. – С. 1186–1190. – URL: <http://e-koncept.ru/2017/970564.ht>
10. Прудовский Б.Д. Управление технической эксплуатацией автомобилей по нормативным показателям [Текст] / Б.Д. Прудовский, В.Б. Ухарский. – М.: Транспорт, 1990 – 239 с.

УДК: 712.4

67.25.25: Благоустройство населенных мест. Зеленое строительство

НОВЫЕ ПОДХОДЫ К ПРОЕКТИРОВАНИЮ ГОРОДСКИХ БУЛЬВАРОВ**Сасова Е. А.***ФГБОУ ВО "Волгоградский государственный технический Университет",**магистрант**e-mail: evgeniasasova@gmail.com***Птичникова Г. А.***ФГБОУ ВО "Волгоградский государственный технический университет", Институт архитектуры и строительства, доктор архитектуры, профессор кафедры "Урбанистика и теории архитектуры"**e-mail: ptichnikova_g@mail.ru.*

Введение. Поиск градостроительных решений, направленных на улучшение микроклимата, на протяжении длительного времени остаётся актуальной темой для крупных городов. Одним из путей устранения негативных характеристик климата и смягчения экологической ситуации стало создание сети бульваров.

В 21-м веке началось активное переосмысление бульваров как части системы городских открытых общественных пространств с использованием успешных мировых образцов. Если обратиться к зарубежному опыту, перспективным направлением представляется проектирование бульваров как мультимодальных пространств. Этот подход предлагается многими современными нормативно-законодательными документами по градостроительному проектированию, в числе которых рекомендации PIARC (Международная дорожная Ассоциация), GatewayBoulevarddesignguidelines (Руководство по проектированию бульвара), новые стандарты проектирования городских улиц НАСТО (Национальной ассоциации транспортных департаментов США:), «Рекомендации по планированию дорог и тротуаров в жилых кварталах» (ResidentialRoadsandFootpaths: LayoutConsiderations, Великобритания), а также отечественные "20 принципов проектирования городских улиц", предложенные журналом «arch:speech» [14,15, 11, 12, 1]. Концепция таких бульваров заключается в создании и поддержании сложного баланса функций: транспортные и пешеходные потоки, концентрацию офисов и деловых учреждений, разнообразные по назначению объекты массового тяготения; ограничения негативных воздействий на окружающую среду [15].

Перечисленные выше тенденции в развитии бульваров: превращения их в мультимодальные пространства, создание бульваров в местах расположения точек общественного притяжения, многофункциональность, поиск баланса между транспортными и пешеходными потоками, [5, 6, 7] — соответствуют сегодняшним требованиям, предъявляемым к городским бульварам.

Цель настоящей статьи — исследовать функционально-планировочную структуру бульваров крупных городов, выявить их характерные особенности и рекомендовать наиболее эффективные подходы к проектным решениям. Для её осуществления были проведены анализ и сравнение бульваров крупных городов Нижнего Поволжья и ЦЧР по основным ландшафтно-градостроительным характеристикам.

Результаты исследования. Объектом исследования стали бульвары в крупных городах исследуемого региона: Волгоград, Астрахань, Саратов и Воронеж. Общими для данных городов являются климатические условия, в том числе условие экологической и микроклиматической комфортности [3], почвенно-климатические условия для выбора устойчивых к местным условиям растений, направления пространственного развития в Стратегии социально-экономического развития городов, приречное расположение города (для Воронежа — Воронежское водохранилище), рост нагрузок на транспортные магистрали в связи с увеличением автомобилизации населения.

Большинство бульваров в городах Нижнего Поволжья и Центрально-Чернозёмного района было запроектировано в советский период. Несмотря на глубокую проработку и прогрессивные решения в планировке и функциональном зонировании, бульвары, созданные в прошлом веке, теряют популярность, что связано с потерей бульварной культуры времён Советского Союза, усилением транспортной нагрузки, а также физическим и моральным износом элементов благоустройства и насаждений. [2, 4, 10].

Рассмотрим основные планировочные особенности и характеристики бульваров г. Волгограда, Астрахани, Воронежа и Саратова. Бульвары исследовались по основным четырем критериям: функциональное назначение, композиционное решение, планировочная структура, параметры (длина, ширина). Предварительный анализ позволил выявить общие характеристики бульваров и разработать классифи-

кации по заявленным параметрам. По функциональному назначению бульвары в исследуемых городах делятся на прогулочные, многофункциональные, транзитные (бульвар в жилом районе), историко-мемориальные. По композиционному решению бульвары можно классифицировать на симметричные и асимметричные, по планировочному решению - на осевые, односторонние и двусторонние.

Волгоград является одним из городов-миллионников России и самым крупным городом Нижнего Поволжья. У Волгограда есть большой потенциал для развития сети бульваров, благодаря особенностям советской планировочной системы города, сочетающей линейную шахматную планировку и большую ширину улиц в линиях застройки.

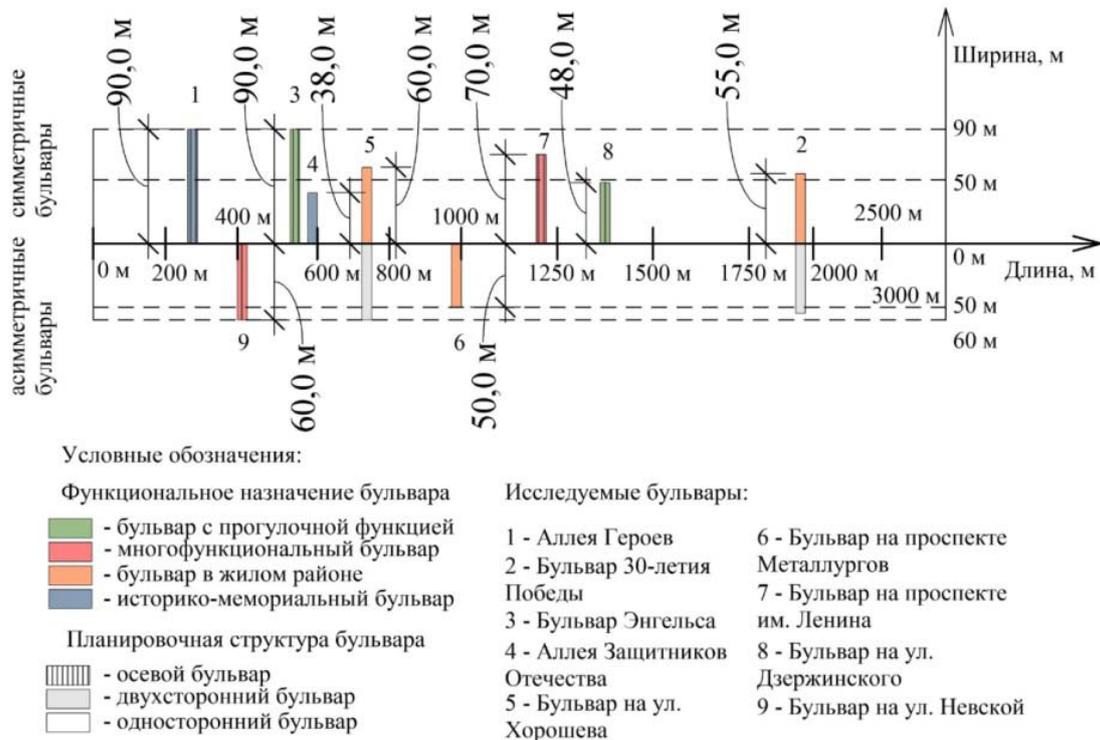


Рисунок 1—. Схема характеристик бульваров г. Волгограда

Вторым исследуемым городом Нижнего Поволжья является Воронеж. Его население превышает 1 миллион человек. На данный момент Воронеж активно развивается и застраивается, в том числе за последние 5 лет в городе было построено 5 новых бульваров и 3 аллеи и несколько парков и скверов. Потенциал для развития сети бульваров есть как в историческом центре города, так и на периферии восстановленной после Второй мировой войны и имеющей удобную прямоугольную структуру и большую ширину в линиях застройки. При этом наибольшую сложность для развития представляют транспортные развязки с сопряжением автомагистралей с железнодорожной сетью.

Еще одним крупным городом Нижнего Поволжья является Астрахань, расположенная на 11 островах в Прикаспийской низменности. Исторический центр города имеет сложную веерную планировку с включением усадебной застройки и небольшой шириной улиц. Развитие города в южном направлении происходило по прямоугольной сетке, при этом большая часть улиц застроена индивидуальными жилыми домами.

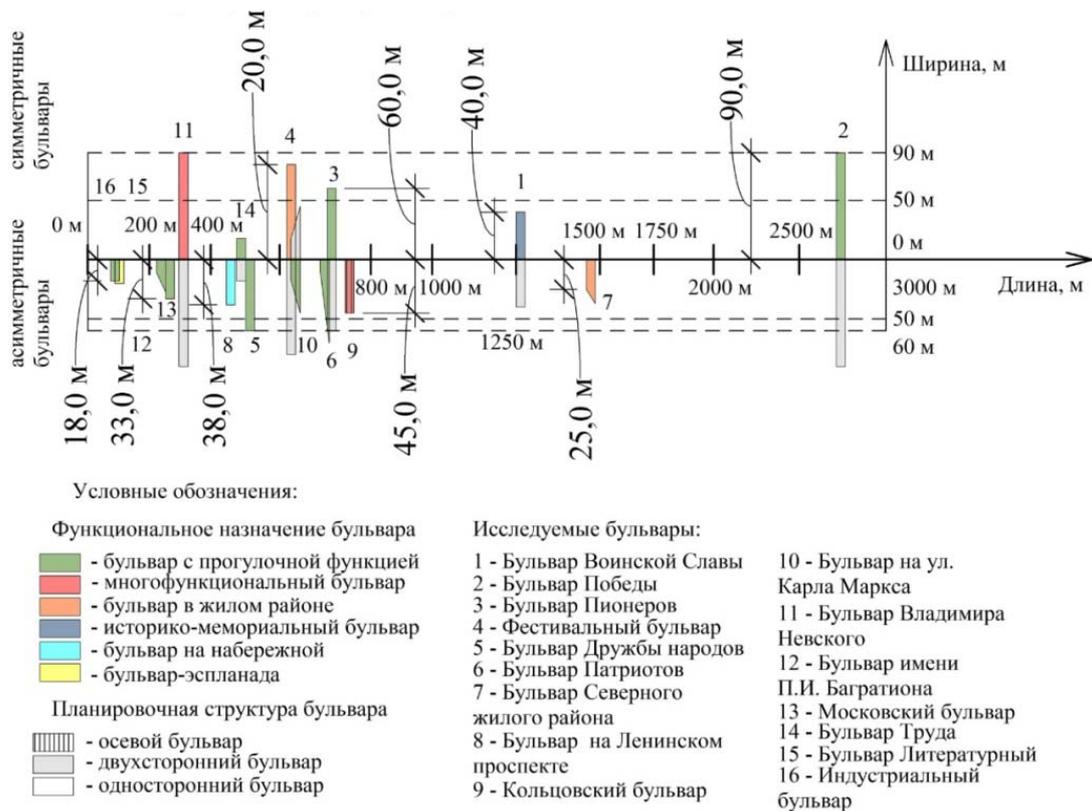


Рисунок 2 — Схема характеристик бульваров г. Воронеж



Рисунок 3 — Схема характеристик бульваров г. Астрахань

Одним из наиболее активно развивающихся городов Нижнего Поволжья является Саратов. Вместе с Энгельсом и другими населёнными пунктами образует агломерацию численностью 1,15—1,2 млн. человек. В городе стоит отметить высокий уровень автомобилизации и широкий круг охвата сетью общественного транспорта. Слабым местом транспортной сети являются узкие улицы - подъезды к мостам и сами мосты, как места образования больших пробок. У города сложная планировочная структура представляющая собой сочетание кластерно-линейной и кольцевой планировки. Наиболее перспективным подходом представляется развитие транспортной сети с соответствующим благоустройством в виде бульваров для улиц-подъездов к мостам и внутри периферийных спальных районов с индивидуальной жилой застройкой.



Рисунок 4 — Схема характеристик бульваров г. Саратов и г. Энгельс

На основании приведённых на рисунках 1-4 данных были сделаны выводы об общих характеристиках бульваров в крупных городах Нижнего Поволжья и ЦЧР, представленные в таблицах 1, 2 и рисунке 5.

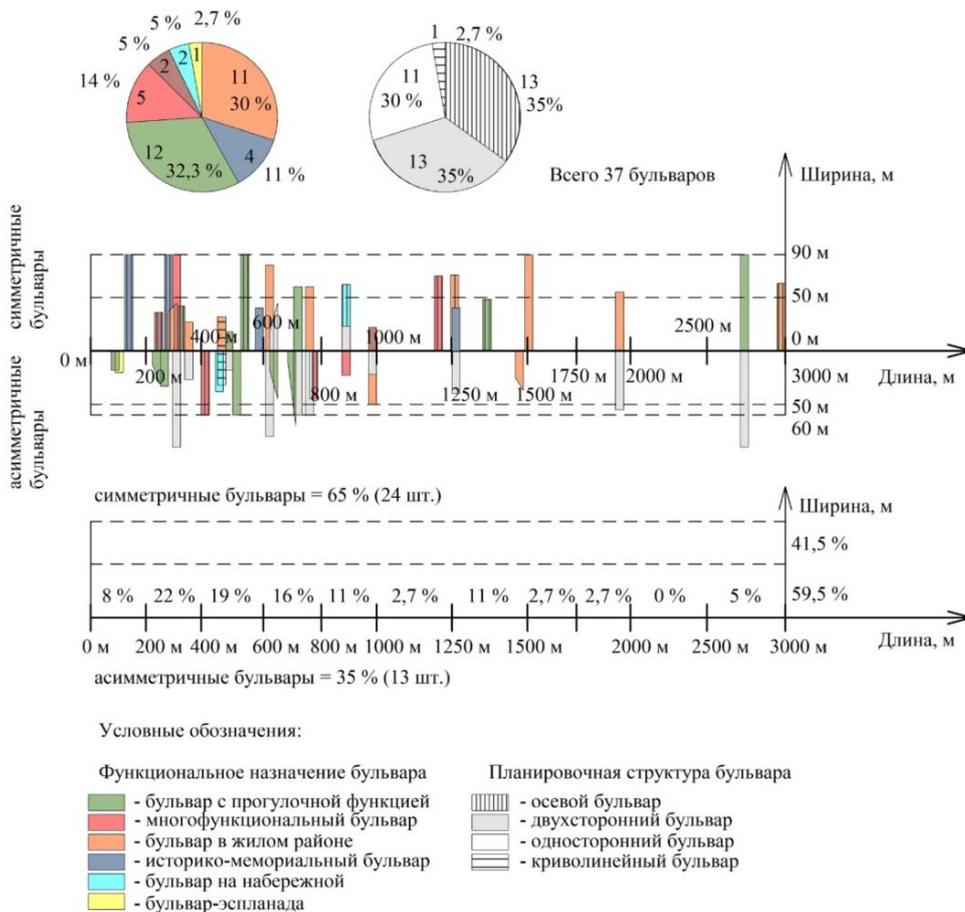


Рисунок 5 — Анализ характеристик бульваров городов Нижнего Поволжья и ЦЧР

На основании данных новостных Интернет порталов¹, содержащих отзывы жителей и специалистов, были выделены наиболее успешные проекты. Среди них Бульвар Энгельса (Волгоград), Фестивальный бульвар (Воронеж), Бульвар Рахова (Саратов), Аллея славы (Астрахань), Бульвар Роз (Энгельс). Затем были определены типы бульваров, получивших наиболее высокую оценку населения:

- планировочное решение — для прогулочного и многофункционального — осевой тип, для бульвара в жилом районе — двусторонний или односторонний тип;
- длина до 700 м (10 минут пешеходной прогулки в одну сторону);
- ширина от 60 м (1 аллея шириной 1,5 - 2,5 м + полосы защитного озеленения по обеим дорогам при осевом положении) до 65-80 м (для бульвара в жилом районе, включающего разные функциональные площадки).

На основании полученных результатов был разработан экспериментальный проект нового бульвара в жилом районе г. Волгограда (рис. 6). Для эффективного использования существующей территории был выбран линейный двусторонний ассиметричный тип планировки бульвара с 4-мя аллеями. Основные элементы планировочной структуры бульвара включают прямолинейную пешеходную ось, зеленые площади с активной и тихой зонами, входную группу и общественное пространство.

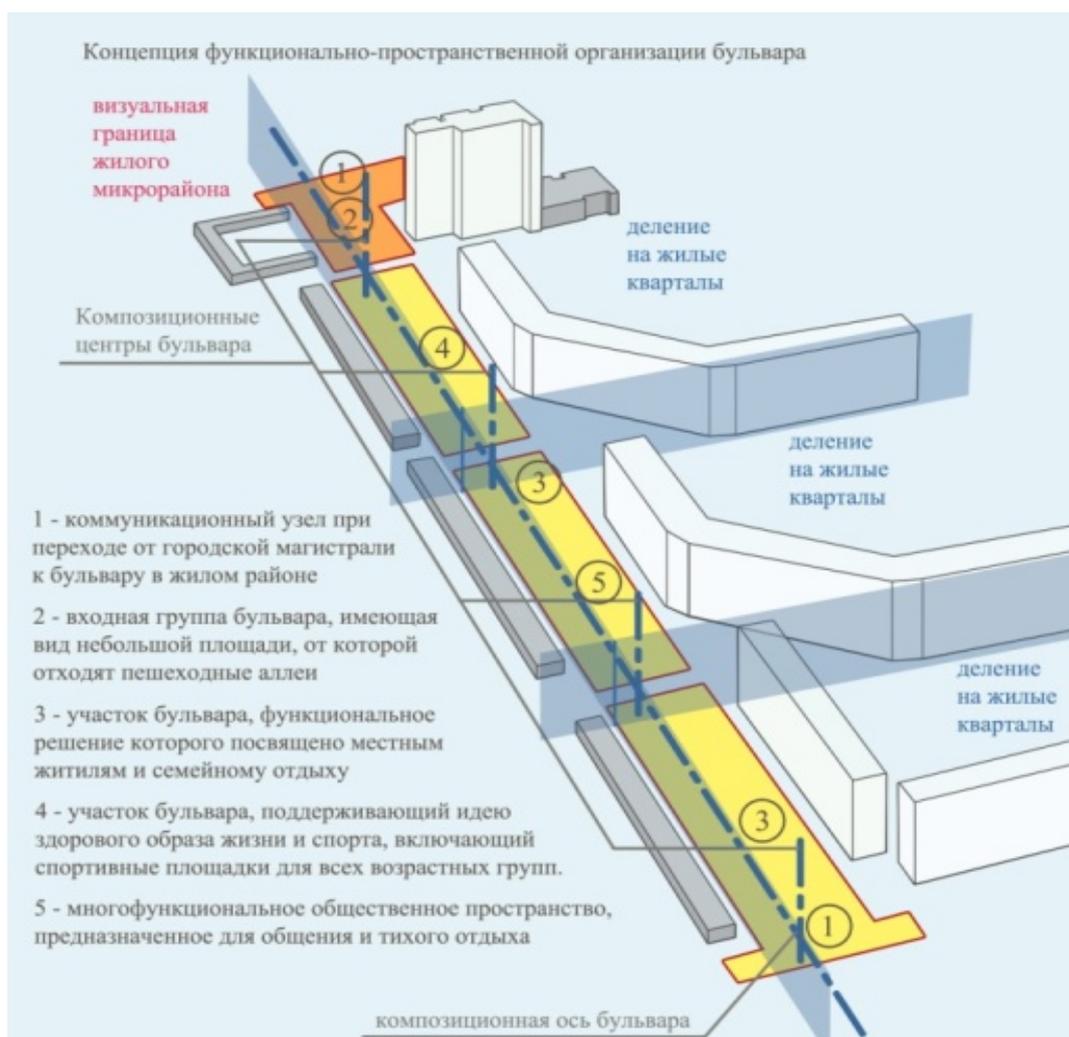


Рисунок 6 — Концепция функционально-пространственной организации бульвара по ул. Зорге в г. Волгограде

¹ «Коммерсант», официальный сайт «Комсомольская правда» для регионов Волгоград, Астрахань, Саратов и Воронеж, «Аргументы и факты» для города Воронеж, Блокнот для городов Волгоград, Астрахань, Воронеж, ЛентаРу, V1, РИАЦ, СтройСар, ПункТА

Заключение. Таким образом, в работе было исследовано 37 бульваров. Анализ показал, что наиболее часто встречается три типа бульваров по функциональному назначению: прогулочный бульвар (32 %), транзитные (в жилом районе) (30%) и многофункциональный бульвар (5%). Кроме того, из редко встречающихся типов отметим историко-мемориальные бульвары, бульвары на набережных, бульвары-эспланады. По планировке наиболее распространенными типами являются односторонние, осевые и двусторонние бульвары, редкими являются бульвары с криволинейной планировкой. В композиционном решении преобладают симметричные схемы (65%). Анализ параметров бульваров показывают, что абсолютное большинство (более 80%) представляют бульвары длиной менее 1 км. Ширина бульваров варьируется от 45 м до 90м, но более часто встречаются решения от 45 до 60 м.

Выявлены характеристики наиболее успешных по оценке населения бульваров. Выполнен проект нового бульвара в г. Волгограде.

В дальнейшем планируется развивать исследование с целью разработки моделей бульваров для крупных городов на основе полученных результатов о характеристиках современных бульваров и общемировых тенденций в их проектировании.

Список использованных источников

1. 20 принципов проектирования городских улиц — инф. портал arhspeech.com – март 2016 г. [Электронный ресурс] — URL: <https://arhspeech.com/article/20-principov-proektirovaniya-gorodskih-ulic> (дата обращения 20.12.2019)
2. Багина, Е.Ю., Лейзерова, А.В. Смерть бульвара / Е.Ю. Багина, А.В. Лейзерова // Проект Байкал. – 2018. – № 56. – С. 86-90.
3. Етеревская И. Н. Региональные принципы проектирования городских общественных пространств. — Волгоград. — 2018. — С. 122.
4. Калистратова А.Д., Багина Е.Ю. Современное состояние бульваров на примере города Екатеринбург// Современное строительство и архитектура. –2019. – №1 (13). – С. 12-18.
5. Лейзерова А. В., Багина Е. Ю., Булавина Д. В. Новая жизнь бульваров / А. В.Лейзерова, Е. Ю. Багина, Д. В.Булавина . — Архитектон: известия вузов. — 2018. —№2 (62). — С. 58 -72.
6. Михайлов А.Ю., Головных И.М. Современные тенденции проектирования и реконструкции улично-дорожных сетей городов. – Новосибирск: Наука, 2004. – 267 с., ил.
7. Перловская Е. С., Пуляевская Е. В. Бульвары: архитектурный облик прошлого и настоящего / Вестник Иркутского государственного технического университета. — № 2(97). —2015. — С. 116 - 120.
8. Птичникова Г. А. Новые архитектурные модели общественных пространств города// Фундаментальные, поисковые и прикладные исследования РААСН по научному обеспечению развития архитектуры, градостроительства и строительной отрасли Российской Федерации в 2017 году: Сб. науч. тр. РААСН. Т. 1. – М.: Издательство АСВ, 2018. – С. 516–521.
9. Птичникова Г. А. Общественное пространство современного города как арт-объект// Актуальные проблемы теории и истории искусства: сб. науч. статей. Вып. 8. / Под ред. С. В. Мальцевой, Е. Ю. Станюкович-Денисовой, А. В. Захаровой. — СПб.: Изд-во СПбГУ, 2018.– С. 592–599.
10. Третьякова Т.А., Сокольская О.Б. Анализ современного ландшафтно-экологического и планировочного состояния исторического бульвара в городской среде // Успехи современного естествознания. 2016. № 4. — С. 111-115. URL: https://elibrary.ru/download/elibrary_25953153_72885415.pdf (дата обращения: 20.10.2019)
11. Gateway Boulevard design guidelines. Nashville, Metropolitan Development and Housing Agency Metropolitan, Planning Department, Everton Oglesby Architects. 2005. 19 p.
12. Noble J., Elvin K., Whitaker R. Residential Roads and Footpaths: Layout Considerations. Great Britain. Department of the Environment, Great Britain. Department of Transport. — 1997. — P.75.
13. New York City Department of Transportation. Street Design Manual. New York, NY: NYC DOT, 2009.
14. PIARC: Urban road design and architecture. 1995. – Pp. 51 - 126.
15. PIARC: The urban road network design. 1991. – Pp. 45 – 84.

ЧЕЛОВЕК КАК МЕРА ВСЕХ ВЕЩЕЙ

Донских К.С.

*ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», магистрант
e-mail: kdonskih77@mail.ru*

Леденева Г.Л.

*ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», кандидат архитектуры, профессор кафедры «Архитектура и строительство зданий»
e-mail: ledeneva27@yandex.ru*

Аннотация: Настоящая статья посвящена теме восприятия человеческого тела, как идеального материального воплощения пропорций, относительно создания всех вещей, в том числе архитектуры. Статья представляет собой изложение формирования мировоззрения людей применительно сопоставимости человека ко всему, что его окружает, как к первоначальному способу в измерении и построении объектов жизнедеятельности, так и к лексическим обозначениям понятий вещей по аналогии с «человеческим» телом. Рассматриваются несколько периодов становления «человека как меры всех вещей», а именно Античность, Средневековье, эпоха Возрождения, эпоха Просвещения, XIX век и наши дни.

Ключевые слова: антропоморфизм, архитектура, человек, человеческое тело, мера вещей, меры измерения, пропорции.

Эталоном организационной стабильности и совершенства можно считать понятие «гармония есть человек». Это доказывает одно из изречений древнегреческого философа Протагора: «Человек есть мера всех вещей: существующих - то, что они существуют, и несуществующих - то, что они не существуют». При этом часть высказывания, а именно «Человек - мера всех вещей», стала ключевой фразой в понимании древнегреческой культуры и архитектуры и основным методологическим принципом в установлении пропорциональности архитектурных форм, а также практическим руководством по созданию произведений искусства.

С античности значимость любой «пространственной» идеи определяется в соответствии с человеческим телом, выступающим как мера ценности всех идей. Человек изучает мир, измеряя все по отношению к себе (большое, маленькое, быстрое или медленное), что естественно – люди сопоставляют все, что их окружает с собой, своим мнением, пониманием. Человек как мера всех вещей означает, что бытие вещей обусловлено деятельностью человека как творца вещей. В то же время концепция человека, сформировавшаяся в определенной культурно-исторической эпохе, становится основным формирующим моментом архитектуры.

В Древней Греции исследовалось оптимальное соотношение элементов в строении архитектурной формы, происходил поиск гармоничности их пропорций и расположения относительно друг друга, обеспечивавший прочность, надежность структуры, при этом вышеперечисленное осуществлялось на основе идеи сопоставления архитектуры с живым организмом. Высказывание древнегреческого философа Пифагора, что «природа подобна себе во всем», отражает закон сходства с телом человека, в соответствии с которым зодчие создавали свои сооружения. Римский архитектор Витрувий в своем труде анализирует понятие «пропорциональности» как универсального технического инструментария упорядочивания, а также «представляет идеальное создание природы – человека и одновременно указывает путь и способ его собственной творческой деятельности – ведь, применяя идеальную пропорцию, он властен “соединять несоединимое” в композиции здания». Таким образом, человек, сотворенный по образу и подобию Вселенной, сам становится образцом для подражания. Витрувий разработал несколько вариантов модели идеального человека - «квадратный человек» и «круглый человек» («витрувианец»), для создания которых архитектор основывался на представлениях, принятых в качестве общей меры, как идеал, и связанных с культом человека у древних греков (пропорции лица 1/10 размера человеческого тела, с равным размерным трехчастием). Это было началом многовековой истории поиска гармонии, состоящей из необходимости построения пропорций согласно строению человеческого тела.

Данный поиск нашел свое первоначальное отражение в основных мерах измерения, которые перенимают размеры различных частей тела человека, а именно пальцев, ладоней, ступней, локтей, кистей рук. Наиболее часто соотношение устанавливалось «идеальным числом» 10, соответствующему

количеству пальцев на руках. Древнерусские мастера как измерительный инструмент применяли пядь, сажень, западноевропейский дюйм, фут, локоть и т. д. К примеру, римляне использовали для кладки стен двухфутовые каменные блоки, так называемые бипедали – две ступни. Такая двойная парная мера еще применялась в Китае и была обозначена иероглифом «бу», созвучным с «би», отражавшим концепцию двойственности у европейцев. Также, антропоморфны древнеегипетские линейные меры, а именно локоть, пальма (ладонь).

Согласно подобию во всем «человеческой» мере, древние греки устраивали свой быт с помощью соразмерных вещей и зданий. Проведение Олимпийских игр оказало сильное влияние на становление культа физической красоты, что в свою очередь способствовало созданию реалистичной скульптуры. В то же время, имело место объединение в одном человеке умений скульптора и архитектора, что позволило соотносить человеческие пропорции с архитектурными формами. Дальнейшие разработки, основанные на изучении гармонических пропорций, получили свое воплощение в известном «Каноне» древнегреческого скульптора Поликлета. Согласно его работе, идеальная человеческая фигура имеет размер головы, составляющий одну восьмую ее роста, что в целом сопоставимо с классическими пропорциями античного ордера.

Сам человек в своей совокупности также рассматривался историческими метрическими системами как отдельная модульная мера - оргия, приравненная к росту человека. К примеру, греческая аттическая оргия была около 6 греческих футов - 1,72 м, 1,76 м, а олимпийская оргия - 1,85 м. В Египте также использовалась эта мера: оргия фараонов - 2,094 м (увеличенный царский «размер»), оргия времен Птолемея – 1,85 м, соотносимая с оргией олимпийской. Архитектура в Риме представляла другую сторону антропоморфизма, ориентированного на имперский масштаб, амбициозность и воинственность.

Необходимо отметить, что в средневековье античный антропоморфизм размывал духовную сущность, преобладавшую над телесным. Однако чтобы воссоздать божественное измерение, воплощенное в храмах средневековья, архитекторы обратились к земному человеку, созданному по образу и подобию Господа. Культурные и идеологические ценности античности были полностью отвергнуты, но востребовано чисто профессиональное наследие прошлого, свободное от языческих смыслов. Данное явление можно проследить в работах архитектора Вилларда де Оннекура, где отражен накопленный мастерами опыт в применении законов антропоморфного пропорционального распределения.

В эпоху Возрождения Леонардо да Винчи и Луки Пачиоли обращаются к античности, в том числе к поиску гармонии, предложив инструмент гармонизации формы - золотое сечение. Леонардо да Винчи приложил немало усилий в поиске законов гармонического строения человека, одновременно пытаясь совместить учение о человеческих пропорциях с учением о движении. В итоге Леонардо да Винчи выдвигает теорию, в соответствии с которой человек является идеальным механизмом, сотворенным природой. Так как природа в организации человеческого тела сама заложила возможность, если необходимо, смоделировать работу как стоечно-балочной конструкции, так и арочной.

Эпоха Возрождения с одной стороны ознаменовалась желанием мастеров создать живое и одушевленное трехмерное тело, а с другой свести на арифметику целых чисел все вещи окружающие людей. К примеру, немецкий художник Альбрехт Дюрер написал книгу «Учение о пропорциях человеческого тела», а также трактат о шрифтах, в котором изложил варианты их построения, основываясь на ранее разработанных им пропорциях и структуре канонического человека. За единицу измерения букв он берет отрезок, равный $1/10$ высоты квадрата, и этот модуль становится мерой построения всех элементов шрифта.

Ле Корбюзье также изучал проблему гармонии на основе пропорций человеческого тела, так он создал книгу «Модуль», выделив человека как «меру вещей». Он разработал свою интерпретацию золотого сечения, антропоморфную модульную шкалу, адаптированную к современным требованиям. Модуль является символическим образом человека с вытянутой вверх рукой, служащей своеобразной пропорциональной линейкой. С помощью такой линейки возможно построение гармонических разумных рядов площадей и пространства, идет приравнивание роста Модуля к греческой оргии.

Также обращался к примерам и методам зодчих античности и итальянского Возрождения советский академик архитектуры И.В. Жолтовский, применявший на практике систему пропорционирования, создавая высокохудожественные архитектурные сооружения.

Стоит отметить, что все города и провинции имели свои меры, различия между которыми были довольно значительными. Например, В. И. Баженов при переводе трудов Витрувия отмечал различные меры локтя, сопоставляя их: большой - девять футов, средний - два фута, небольшая длина - полтора фута. Другой пример разновидности мер, предлагается Н. Львовым при переводе «Четырех книг Палладиевой архитектуры» (1798), где на одном из рисунков он отобразил следующие меры: полфута английского, полфута французского, полфута винцентинского, четверть аршина русского.

Разница в мерах была признана проблемой философами века Просвещения, при этом рассматривалась взаимосвязь мер «от людей и событий», что выражалось в отсутствии прочных оснований для их установления, и это стало последним этапом в формировании человеческой системы мер. В это же время одним из создателей метрической системы Дж. Борда было выдвинуто новое понятие «метр», которое означало меру уникальную и универсальную. Отказ от «человеческих» мер для установления универсального научного языка не исключил полностью, а существенно видоизменил антрометрическое направление в архитектурной деятельности. Согласно новому направлению на первый план выходит размер надлежащего жизненного пространства человека (прожиточный минимум), применявшийся в архитектурном проектировании на рубеже XIX-XX веков. При этом размеры человеческого тела все равно оказывали влияние, позволив разработать «размеры» жизни с помощью построения графиков движения в жилом пространстве, а также изучения повседневных потребностей арендатора. Участники Первого международного конгресса архитекторов в Париже 1889 года, а именно деятели Веркбунда, Баухауза, движения «Современная архитектура» во главе с Ле Корбюзье, также выдвигают идею рациональной организации жилого пространства как «пространственного минимума» необходимого для удобного существования человека. Тогда были созданы советские дома-коммуны и малосемейки 1960-х годов.

Одновременно следует отметить, что слова, используемые при описании народной и средневековой архитектуры, также указывают на антропоморфность сооружений: общая структура собирается из крупных, качественно значимых компонентов человеческого тела. Важную роль сыграла «человеческая» тема архитектуры, сформировавшаяся в XVIII веке, так как по лексике была понятна широкому кругу людей. Книги об архитектуре посредством аналогий с «человеческим» телом объясняли не только сложные иноязычные концепции, но и законы архитектурных форм, логику архитектурной композиции.

Язык архитектурных произведений, учебных пособий, методических рекомендаций за XIX век приобрел научную точность и однозначность. Некоторые антропоморфные понятия остались общими терминами, перейдя в категорию архаизмов. Лишние аналогии и сравнения в профессиональном языке были вытеснены и сведены в литературный язык. Тема очеловечивания архитектуры развернулась с новой силой в поэзии и прозе рубежа XIX-XX веков.

Таким образом, знаменитый тезис Протагора «Человек – мера всех вещей» нашел свое отражение в применении пропорций человеческого тела в виде чисел, являющихся основой любой вещи. При этом по своей природе человеческое тело можно отнести к вещи, но наделенной душой, это означает, что тело занимает определенное пространство, состоящее из других вещей, создаваемых человеком по своему подобию, в результате чего формируется пространственная гармония из соразмерных вещей.

Список использованных источников

1. Боннер, А. Греческая цивилизация / А. Боннер. – М.: Искусство, 1992.
2. Альберти, Л.-Б. Десять книг о зодчестве. Т. 1 /Л.-Б. Альберти. – М.: Всесоюзная Академия архитектуры, 1935.
3. Витрувий. Десять книг об архитектуре / Витрувий. – Л.: Соцэкгиз, 1936.
4. Шевелев, И.Ш. Принцип пропорций / И.Ш. Шевелев. – М.: Стройиздат, 1986.
5. Гладкий, В.Д. Древний Мир. Т. 1. Современная энциклопедия / В.Д. Гладкий. – М.:Центрполиграф, 1998.
6. Глазычев, В.Л. Эволюция творчества в архитектуре / В.Л. Глазычев. – М.: Стройиздат, 1986.

КАНОНЫ КРАСОТЫ В РАЗНЫЕ ПЕРИОДЫ

Донских К.С.

*ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», магистрант
e-mail: kdonskih77@mail.ru*

Леденева Г.Л.

*ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», кандидат архитектуры, профессор кафедры «Архитектура и строительство зданий»
e-mail: ledeneva27@yandex.ru*

Аннотация: Настоящая статья посвящена теме поисков законов красоты и гармонии, давшим начало формированию канонов красоты, центром которых стал человек. Статья представляет собой изложение формирования представления о женской и мужской красоте, основывающейся не только на существующих изобразительных системах человека, представленных в литературе, но и на опыте исторических эпох о представлениях человека о самом себе. Рассматривается историческое развитие телесной красоты, а именно Античность, Средневековье, эпоха Возрождения, эпоха Нового времени, XIX век и наши дни.

Ключевые слова: канон красоты, человеческое тело, телесность, эталон красоты, эпоха, женская и мужская красота.

Каждая эпоха имела свои отличительные черты в представлениях о каноне красоты. Общество выдвигало эстетические идеалы по отношению к человеческому телу, базирующихся не только на мировоззрении конкретной эпохи, но и на культурном, экономическом, социальном месте людей в данном обществе. Это нашло отражение в многообразных формах истории и передавалось через художественные образы. При этом телесность формируется в процессе личностного становления человека, показывая культурные, индивидуально-психологические и смысловые составляющие его уникальности. Во всех представлениях о человеке различались две его основные части: тело (внешнее) и душа (внутреннее).

Одно из первых систематических исследований физической привлекательности было проведено в VI веке до н.э. греческим математиком и философом Пифагором. В то время красота человека была связана с правильными пропорциями, те же принципы применялись в архитектуре и живописи. Пифагор, как и его современники, выделял для изучения гармонию материала, тогда как Сократ и Платон были больше заинтересованы в соотношении гармонии материального и идеального. К примеру, древнегреческий философ Аристотель в своих трудах постигает связь души и тела, при этом он считает, что душа должна властвовать над телом. Также, стала развиваться проблема соотношения красоты внешней и духовной, уродства физического и морального в виде философских трактатов.

Воплощение совершенных пропорций выражено в статуе «Канон», созданной в IV веке до н.э. древнегреческим скульптором Поликлетом. В Античности каноном женской красоты среди греков являлась статуя Афродиты. Согласно канонам данного периода красота выражалась в красивом лице, а именно в прямом носе, больших глазах, расстоянии между которыми составляло не менее одного глаза, и рта по величине в полтора раза больше глаза. Также, совершенство лица определялось прямыми линиями носа, подбородка, низким лбом, обрамленным волнистыми прядями волос. Одновременно следует отметить значение греческого профиля, как одной из важнейших характеристик красоты Античности, являющегося синонимом совершенства и в настоящее время.

В Древней Греции и Риме прежде всего ценилась атлетическая форма с правильными и симметричными пропорциями. Примером канона мужской красоты являлась скульптура Геракла, как героя и защитника, изображенного в виде сильного и мускулистого воина. Однако более известным был образ Аполлона, отличавшийся от Геракла меньшей массивностью, похожий на легкоатлета. Образ златокудрого юного Аполлона с пропорциональными чертами лица, большими глазами и прямым носом был эталоном красоты не только Античности, но и многих других эпох. Кроме сложившихся у общества представлений о красоте атлетической формы тела, похожее уважение и выделение мужественных и отважных солдат выразилось в развитии канонов красоты у народа Двуречья. Однако их эталоном являлся низкий коренастый мужчина с длинными черными волосами, бородой и крючковатым носом. Античность стала периодом возникновения анатомии как науки о строении человеческого тела. Это отразилось на поиске ученых материальных механизмов, необходимых для определения физической привлекательности и ее значимости в жизни общества. В античный период получили свое пер-

воначальное развитие традиции философии тела в качестве конкретного знания о человеке и мире, сформировались критерии оценки физической привлекательности.

При рассмотрении средневековья, отличительной чертой которого стал теоцентризм, проявляется значимость культурного и духовного развития над телесным, в отличие от Античности, где ключевым моментом было совершенствование телесной оболочки. В соответствии с теоцентрическим учением, весь мир прекрасен, потому что это творение Бога. При этом подразумевается возможность существования и уродства. Древнеримский богослов Августин Аврелий в своих трудах отмечает, что противоречия и ошибки в окружающем нас мире есть составные части общего порядка.

Средневековью присущ определенный подход к изображению женщин, как некрасивой и даже безобразной, что показывает ее хитрую природу, выражая женскую власть соблазна. Можно выделить несколько стадий формирования темы «некрасивой женщины» в Средние века, так П. Беттелла описывая средневековье, отмечает изображение старой женщины как образ «физического и морального разложения», а молодость считает отражением чистоты и благообразия, что выразилось и в каноническом прославлении. Идеал женщины воплощала пресвятая дева Мария, ее образ имел отличительные черты в виде вытянутого овала лица, подчеркнутого высоким лбом, большими глазами и небольшим ртом, также ценилась миниатюрность.

На смену данному периоду, пришел 13 век, ознаменовавшийся воспеванием прекрасной дамы, каноном женской красоты стали розовощекие, здоровые девушки, при этом осталась мода на удлиненность во всем: от высокого роста до высокого лба. Период готики внес свой образ красивого человека, 15 век в моде S-образные плавные очертания фигуры. Облик идеального мужчины – рыцарь в сияющих доспехах, а именно отважный, смелый воин со светлыми волосами. При этом внешность не первостепенна для рыцаря, поскольку гораздо важнее соблюдение кодекса чести, морали и этикета.

Основополагающие характеристики общественного сознания в эпоху Ренессанса выразились в новом прочтении философских идей Античности и в развитии антропоцентризма. Ссылаясь на слова М.А. Тимошенко, «...телесный образ Ренессанса актуализировал представления античности: Тело прекрасно во всех его проявлениях». Канон красоты эпохи Высокого Возрождения выражался в пышности форм, а именно величественно-полная шея и плечи. В то же время у женщин продолжается мода на высокий лоб, обрамленный золотисто-рыжими волосами «цвета Тициана». Стоит отметить, что мужчина эпохи Возрождения должен быть не только всесторонне развит, но и обладать прекрасным телосложением. Так, идеальный представитель сильного пола той эпохи прекрасно разбирался в науках, был хорошим оратором, ценителем искусства и высоко духовным человеком. Для художников, скульпторов, писателей и мыслителей эпохи Возрождения внешний облик человека и его физическая привлекательность были олицетворением самой жизни со всеми ее удовольствиями.

Эпоха барокко, рубеж 16-17 веков, представила свой канон женской красоты – дамы в пышном теле, однако с ярко выраженной талией и грациозной шеей, и представителей мужского пола – изысканный и вежливый кавалер, филигранный танцор и способный наездник (Людовик XIV). Идеалы красоты эпохи барокко нашли свое отражение в нарядах того времени: ценилась вычурность пышных одежд с отделкой кружевами, высокая стоимость всех элементов гардероба, таких как шелковых чулок, туфель на каблуках, а также вошли в моду объемные парики и затейливые прически. Начало 18 века отмечается наступлением эпохи рококо, основываясь на представлениях данной эпохи, каноном красоты становится женщина похожая на хрупкую фарфоровую фигуру, обрамленную кружевными оборками и лентами, для выделения хрупкости шеи, лица и рук. В это же время появилась мода на масштабные прически – «помпадур».

Эпоха Нового времени отходит от понимания человеческой телесности как таковой, философы Нового времени начинают рассматривать другие аспекты проблемы: соотношение прекрасного и безобразного, важность физической привлекательности. Именно с эпохи Возрождения и Нового времени происходит преднамеренная модификация тела для реализации необходимых целей. Так внешний облик стал подразумевать демонстрацию личных качеств и социального статуса человека.

Эпоха ампир снова меняет представления о красоте, в начале 19 века ценится натуральность и отсутствие вычурности. Даже в целях косметического эффекта женщины использовали только природные материалы, при этом ценилась белая кожа и мягкость рук. Наряды заметно имитируют одежду Античности. Новый эталон мужской красоты храброго и благородного офицера сформировался под влиянием событий в Европе, а именно наполеоновских войн. Вместе с тем кроме образа благородного офицера имел место стиль английского денди, быстро охвативший территорию Европы и России. Отличительные черты женской фигуры, подобной песочным часам, 20-х годов 19 века стала тонкая талия, а в одежде: округлые «вздутые» рукава и широкая юбка. Во второй половине 19 века преобладала искусственность, при этом каноном красоты являлись «осиные талии», бледность лица, изнеженный и утонченный образ, в моде болезненная женственность.

Специфицирующей чертой XIX-XX веков становится индустриализация. Первостепенное значение отдается функциональности, то есть способности делать приличные объемы работы и переносить

напряженный ритм жизни. Идея «тело-машина» или «тело-механизм» становится более актуальной, чем когда-либо. Рассматривается идея относительности канонов красоты в том числе и физической составляющей от исторического периода или культурной среды.

Существует несколько этапов развития канона человеческой красоты XX века. В 20-е годы в моде нездоровая худоба, угловатость, плоский бюст. Канон красоты 30-х годов стала женщина с светлыми волосами и голубыми глазами, похожая на голливудскую диву. В 40-е годы одежда была простой и экономной: прямые юбки не выше колена, волосы, укрытые мини-шляпкой. Послевоенные 50-е годы эталоном женской красоты становится Мэрилин Монро, так красивым считается пышный бюст, стройная талия, упитанность. Середина 50-х годов озаменована культом европейских красавиц, который сменяется излишней худобой, анорексией, взрослая женщина должна смотреться как девочка-подросток. В 70-е годы появляется движение хиппи, дети цветов, у которых в моде: этнические украшения, стиль хиппи, милитари, панк. В 80-е годы эталоном женской красоты становится королева аэробики Джейн Фонда, накаченная женщина с широкими бедрами. В дальнейшем были выведены числовые параметры определения красоты 90-х годов, а именно супермодель 90-60-90, рост от 175 и выше. Присутствовало целое многообразие причесок: кудри, хвосты, стрижки «под пажу», все это стало неотъемлемой частью 90-х годов.

В настоящее время, человеческое тело рассматривается как объект исследования для ряда наук, таких как анатомия, биология, физиология, генетика, психология, антропология, философия, культурология. Вместе с тем, человеческое тело стало элементом коммерческого и потребительского интереса, что выразилось в стремлении к улучшению здоровья, физической формы и созданию соответствующего внешнего облика. В XXI веке отрасль, занимающаяся косметическим обслуживанием усиленно продвигает образы эталонной внешности по всему миру, делая значительные капитальные вложения. Но, не смотря на вышесказанное сейчас нет единого идеала красоты, это также доказывают исследования по психологии, в результате которых выяснилось, что объективных идеалов нет, имеют место лишь субъективные представления определенных людей. Так в Средние века все внимание было обращено на духовную составляющую, а в эпоху Возрождения тело рассматривалось как механизм, при этом в настоящее время похожие процессы представляются как продукт развития информационных технологий, что обуславливает переход к существованию в киберпространстве.

Список использованных источников

1. Вельфлин Г. Основные понятия истории искусств: проблема эволюции стиля в новом искусстве. [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://itmk.it/libri/biblioteca_itmkit/ars/theoria/woelfflin/
2. Паке Д. «История красоты». Москва, 1991.
3. Неверов О.Я. «Культура и искусство античного мира». Москва, 1981.
4. Тимошенко М.А. Человеческое тело как культурная форма: автореф. дис. к.филос.н. Нижний Новгород, 2009.
5. Умберто Э. «Искусство и красота в средневековой эстетике». Санкт-Петербург, 2003.
6. Эпштейн М., Тульчинский Г.Л. Философия тела. Тело свободы. СПб.: Алетейя, 2006.

УДК 534.2

67.03.05 Строительная физика

ЗАВИСИМОСТЬ СРЕДНЕЙ ДЛИНЫ СВОБОДНОГО ПРОБЕГА ЗВУКА ОТ ПОЛОЖЕНИЯ ИСТОЧНИКА В ПОМЕЩЕНИИ С ПЕРЕГОРОДКАМИ НЕПОЛНОЙ ВЫСОТЫ

Антонов А.И.,

*ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», доцент, доктор технических наук, заведующий кафедрой «Архитектура и строительство зданий»
e-mail: aiant58@yandex.ru*

Яровая Т.С.,

*ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», аспирант кафедры «Архитектура и строительство зданий»
e-mail: semshudes@yandex.ru*

В общественных зданиях распространены помещения с перегородками неполной высоты, которые обеспечивают легко трансформируемые пространства. Перегородки оказывают существенное влияние на формирование отраженного звукового поля помещения: возрастает изотропность звуково-

го поля, изменяется структура поля, уменьшается средняя длина свободного пробега звуковых волн, изменяется эффективность звукопоглощающих конструкций и т.п. Средняя длина свободного пробега является обобщенной статистической характеристикой, которая позволяет переходить от анализа каждого отдельного компонента поля (луча, волны) к их совокупности, таким образом использовать статистические подходы акустики. В статье [1] приведены результаты расчета средней длины свободного пробега в помещениях с перегородками неполной высоты и различными акустическими параметрами ограждений. Отмечается, что величина средней длины свободного пробега также зависит от положения источника звука, однако, детального исследования данного фактора на величину средней длины свободного пробега выполнено не было.

В качестве ориентира использовано теоретическое значение средней длины пробега звуковых волн, рассчитываемое по формуле

$$(1)$$

где V – объем, m^3 ; S – площадь ограждений помещения с учетом площади перегородок, m^2 .

Выполненные ранее исследования показали, что выражение (1) с достаточной точностью характеризует звуковые поля в ограниченном классе помещений. Результаты численных расчетов согласуются с теоретическими расчетами в помещениях различных пропорций с диффузным отражением звука от ограждений. В пустых помещениях правильной геометрической формы, когда используется зеркальная модель отражения звука от ограждений, средняя длина свободного пробега отличается от теоретического значения (1) до 55% [1, 2, 3]. При этом степень отклонения возрастает в случае облицовки части поверхностей помещения эффективным звукопоглощающим материалом. В соразмерных помещениях без эффективных звукопоглощающих конструкций расчетные и теоретические длины свободного пробега совпадают не зависимо от характера отражения звука от поверхностей.

Расчет средней длины в помещениях с перегородками неполной высоты выполнен по компьютерной программе, моделирующей распространение звуковых лучей с учетом их энергетического состояния при зеркальном и диффузном отражении звука от ограждений [1]. Диффузное отражение звука моделируется вероятностным отражением луча в одно из направлений согласно диаграмме рассеивания звука. В случае большого количества лучей (более 2000) и прослеживании их пути до уменьшения энергии в миллион раз по сравнению с первоначальной, вероятностное отражение в совокупности будет моделировать диффузное отражение звука.

Расчеты выполнены для офисного помещения с размером 16.0x14.0x3.3 м в октавной полосе со среднегеометрической частотой 1000 Гц. Средний коэффициент звукопоглощения ограждений помещения равен $\alpha = 0.1$. В некоторых вариантах потолок помещения принят со звукопоглощающей отделкой $\alpha = 0.7$. В помещении имеются перегородки высотой 2 м. Перегородки образуют ячейки с размерами 3.0x2.0 м. В зависимости от наличия или отсутствия перегородок типа 3 (см. рисунок 1) планировка ячеек может быть открытой при отсутствии наружных продольных перегородок или закрытой - при наличии указанных перегородок. Теоретические значения средней длины свободного пробега составляют 3.28м и 2.70м соответственно при открытых и замкнутых ячейках.

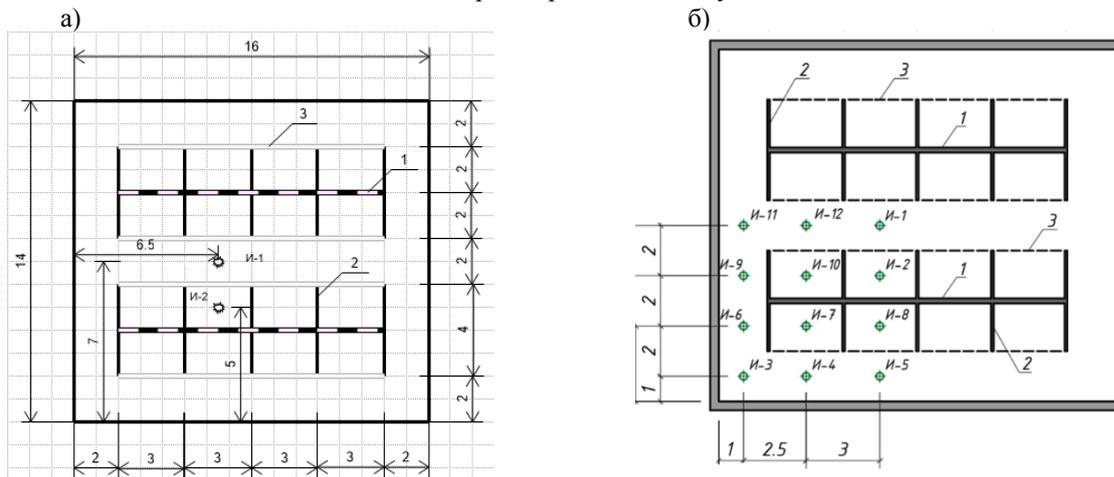


Рисунок 1- Расчетная схема помещения (а) с указанием положения источников шума И-1÷И-12 (б). Типы перегородок: 1 – центральная продольная; 2 – поперечные; 3 – наружные продольные

Вследствие симметрии плана расчет параметров звукового поля выполнен в четверти помещения, положение источников шума показано на рисунке 1б, а результаты расчета – в таблице 1.

Расчеты выполнены для помещения с потолком, облицованным звукопоглощающим материалом.

Анализировалось две ситуации, когда ячейки, отгораживаемые перегородками, были разомкнутыми и замкнутыми. В замкнутых ячейках центральная продольная перегородка принята звукопоглощающей.

Результаты расчета показали следующее. Максимальная длина свободного пробега наблюдается при расположении источника шума в коридорах, когда окружающее пространство более свободное. При зеркальном отражении такой точкой является И-3, при этом средняя длина свободного пробега слабо зависит от параметров ячеек (3.603м и 3.429м). В случае замкнутых ячеек средняя длина свободного пробега 3.429м на 27% больше теоретического значения 2.70 м (см. рисунок 2).



Рисунок 2 – Карта распределения длин свободного пробега при зеркальном отражении звука от ограждений (ячейки замкнуты)

Минимальная средняя длина свободного пробега наблюдается при размещении источника шума внутри планировочных ячеек, особенно если ячейка замкнутая. При зеркальном отражении звука лучи достаточно быстро покидают ячейки и степень снижения средней длины свободного пробега относительно не велика. В результате этого средняя длина свободного пробега приближается к теоретическому значению. При диффузном отражении звука внутри ячейки лучи задерживаются гораздо дольше, в результате этого средняя длина свободного пробега существенно снижается. Во многих случаях снижение средней длины по сравнению с теоретическим значением составляет 10 – 15%.

Таблица 1

Результаты расчета средней длины свободного пробега звуковых лучей при различных положениях источника шума

№	Положение источника шума	Средняя длина свободного пробега, l , м	Δl , %	Коэффициент K_i	$K_i l_i$
Характеристика помещения: потолок $\alpha=0.7$; перегородки: тип 1 (центральная продольная) $\alpha=0.1$; тип 2 (поперечная) $\alpha=0.1$; тип 3 (крайняя продольная) отсутствует; тип ячеек - открытые					
1	И-3	3.603 / 2.974	9.85 / -9.33	0.0714	0.257 / 0.212
2	И-4	3.415 / 3.003	4.12 / -8.45	0.1071	0.366 / 0.322
3	И-5	3.392 / 3.112	3.41 / -5.12	0.1071	0.363 / 0.333
4	И-6	3.375 / 2.875	2.90 / -12.35	0.0714	0.241 / 0.205
5	И-7	3.323 / 2.890	1.31 / -11.89	0.1071	0.356 / 0.310
6	И-8	3.300 / 2.987	0.61 / -8.93	0.1071	0.354 / 0.320
7	И-9	3.321 / 2.957	1.25 / -9.85	0.0714	0.237 / 0.211
8	И-10	3.487 / 2.944	6.31 / -10.24	0.1071	0.374 / 0.315
9	И-2	3.507 / 2.936	6.92 / -10.49	0.1071	0.376 / 0.315
10	И-11	3.594 / 3.057	9.57 / -6.80	0.0357	0.128 / 0.109
11	И-12	3.535 / 3.096	7.77 / -5.61	0.0536	0.189 / 0.166
12	И-1	3.507 / 3.189	6.92 / -2.77	0.0536	0.188 / 0.171
				$l = \sum K_i l_i$	3.430 / 2.990
Характеристика помещения: потолок $\alpha=0.7$; перегородки: тип 1 (центральная продольная) $\alpha=0.7$; тип 2 (поперечная) $\alpha=0.1$; тип 3 (крайняя продольная) $\alpha=0.1$; тип ячеек - замкнутые					

13	И-3	3.429 / 2.703	27.0 / 0.1	0.0714	0.245 / 0.193
14	И-4	3.054 / 2.636	13.1 / -2.4	0.1071	0.327 / 0.282
15	И-5	2.951 / 2.579	9.3 / -4.5	0.1071	0.316 / 0.276
16	И-6	3.094 / 2.675	14.6 / -0.9	0.0714	0.221 / 0.191
17	И-7	2.176 / 2.160	-19.4 / -20.0	0.1071	0.233 / 0.231
18	И-8	2.200 / 2.131	-18.5 / -21.1	0.1071	0.236 / 0.228
19	И-9	3.042 / 2.739	12.7 / 1.4	0.0714	0.217 / 0.196
20	И-10	2.172 / 2.207	-19.6 / -18.3	0.1071	0.233 / 0.236
21	И-2	2.151 / 2.118	-20.3 / -21.6	0.1071	0.230 / 0.227
22	И-11	3.351 / 2.786	24.1 / 3.2	0.0357	0.120 / 0.099
23	И-12	3.063 / 2.724	13.4 / 0.9	0.0536	0.164 / 0.146
24	И-1	3.070 / 2.651	13.7 / -1.8	0.0536	0.165 / 0.142
				$l = \sum K_i l_i$	2.706 / 2.448

Для расчета средней по помещению длины свободного пробега выполнены расчеты статистических параметров при нескольких положениях источников шума И-1 ÷ И-12 с шагом 2.0 ÷ 3.0 м. Средняя по помещению длина свободного пробега звука рассчитана по выражению

$$\bar{l} = \sum_{i=1}^{i=12} K_i l_i, \quad K_i = S_i / S_{\text{п}}, \quad (2)$$

где l_i – рассчитанное значение средней длины свободного пробега при положении источника в i -ом участке помещения, м; K_i – весовой коэффициент, зависящий от отношения площади участка S_i к общей площади помещения $S_{\text{п}}$.

Результаты расчета средней длины свободного пробега лучей в среднем для помещения приведены в таблице 1.

Интересен факт сближения результатов расчета средней длины свободного пробега при зеркальном и диффузном отражениях. Расхождения в значениях (3.430 м и 2.990 м, 2.706 м и 2.448 м) составляют не более 10%. Эти значения достаточно хорошо согласуются с теоретическими значениями средней длины свободного пробега звука 3.28 м и 2.70 м при открытых и замкнутых ячейках.

Основной вывод

Таким образом, при расчетах шумовых полей в помещениях с перегородками неполной высоты статистическими методами можно использовать теоретическое значение средней длины свободного пробега звуковых волн по выражению (1), например, при расчетах распределения звуковой энергии по помещению. При необходимости более точного расчета акустических параметров конкретной точки помещения или на определенном рабочем месте, например, времени реверберации, следует применять числовое моделирование звукового поля или использовать результаты расчетов, выполненных в данной работе.

Список использованных источников

1. Яровая Т.С. Средняя длина свободного пробега звука в помещениях с перегородками неполной высоты // Сборник трудов Всероссийской научно-технической конференции под редакцией А.В. Гречишкина «Актуальные проблемы городского строительства». 2020. - С. 94-100.
2. Антонов, А.И. Исследования длины свободного пробега звуковых лучей в производственных помещениях с оборудованием / А.И. Антонов, В.И. Леденев, А.М. Макаров // Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета. – 2007. - №4. – С.115-121.
3. Леденев, В.И. Влияние оборудования на длину среднего свободного пробега отраженного звука в помещении/ В.И. Леденев, А.И. Антонов, И.В. Матвеева// Труды Четвертой Всероссийской научно-практической конференции с международным участием "Новое в экологии и безопасности жизнедеятельности", 16-18 июня 1999 г. / Под ред. Н.И. Иванова. – СПб. - 1999. – Т. 3. - С. 317.

ОЦЕНКА АКУСТИЧЕСКОГО КОМФОРТА КВАРТИР В ГОРОДСКОЙ ЗАСТРОЙКЕ

Антонов А.И.,

*ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», доцент, доктор
технических наук, заведующий кафедрой «Архитектура и строительство зданий»
e-mail: aiant58@yandex.ru*

Дякина А.С.,

*ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», магистрант кафедры
«Архитектура и строительство зданий»
e-mail: shtein_n@mail.ru*

Путинцева А.А.,

*ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», доцент, доцент кафедры
«Архитектура и строительство зданий»
e-mail: anastas_84@mail.ru*

В современных городах имеются многочисленные источники шума, создающие высокие уровни зашумленности территорий и помещений [1, 2]. В нормативной литературе, например [3], приведены допустимые уровни звукового давления и максимальные уровни звука, проникающего в помещения жилых зданий в дневное и ночное время. В технической и нормативной литературе содержатся рекомендации по снижению шума в помещениях конструктивными, градостроительными и планировочными методами. С помощью этих методов можно обеспечить выполнение нормативных требований для каждой комнаты квартиры или здания. Однако, при этом остается открытым вопрос о степени акустического комфорта определенной планировочной единицы: квартиры, блок-секции или всего жилого здания. Подобная характеристика зданий в виде классов теплотехнической эффективности используется в энергетических паспортах зданий. Классификация квартир и зданий по степени акустического комфорта полезна на стадии проектирования, когда требуется разработать мероприятия по обеспечению нормативных или повышенных требований, а также при продаже квартир на вторичном рынке, когда от степени акустического комфорта зависит стоимость квартир. В статье предлагается количественный критерий для оценки акустического комфорта квартир или жилых зданий.

На шумовой режим жилья оказывает влияние большое количество факторов: параметры и положение источников шума, взаимное положение источников шума и объектов городской застройки, площадь и конструктивные свойства окон, наличие и остекленность балконов и лоджий, геометрические и акустические характеристики комнат, планировка квартир и т.д. (см. рисунок 1) [4].

В качестве акустического критерия могут применяться две характеристики. Первой является максимальное превышение допустимого уровня в комнатах с нормируемым шумовым режимом. Эта характеристика необходима для проектирования средств снижения шума. Другим показателем акустического комфорта может применяться эквивалентный уровень звукового воздействия на одного жильца квартиры. Комфортным можно считать жилье с эквивалентным уровнем меньше нормативной уровня, и чем больше разница между уровнями, тем выше акустическое качество жилья.

Расчет эквивалентного воздействия проникающего шума на одного жильца квартиры можно считать по выражению

$$L_{\text{ЭКВ}} = 10 \lg \left(\frac{1}{TN} \sum_{i=1}^K n_i t_i 10^{0.1L_i} \right), \quad (1)$$

где L_i – уровень шума, дБА, в i -ой комнате, n_i , t_i – количество людей и время их пребывания в комнате, T – общее время пребывания в квартире; K – количество комнат, N – количество жильцов в квартире.

Выражение (1) может использоваться для мониторинга акустического комфорта существующего дома или квартиры. Недостатком такого подхода является неопределенность статистических параметров n_i , t_i , T , N , а также зависимость характеристики от состава жильцов, что может приводить к неоднозначности величины эквивалентного уровня шума. В этой связи параметры n_i , t_i , T , N можно привязать к площадям жилых комнат S_i с учетом среднестатистических значений площади жилых помещений, приходящихся на одного жильца. Выражение (1) примет вид:

$$L_{\text{ЭКВ}} = 10 \lg \left(\frac{1}{S_{\text{КВ}}} \sum_{i=1}^K m_i S_i 10^{0.1L_i} \right), \quad (2)$$

где m_i – поправочные коэффициенты, учитывающие неравномерное размещение жильцов по комнатам, $S_{кв} = \sum_{i=1}^K m_i S_i$ – площадь квартиры с учетом коэффициентов m_i .

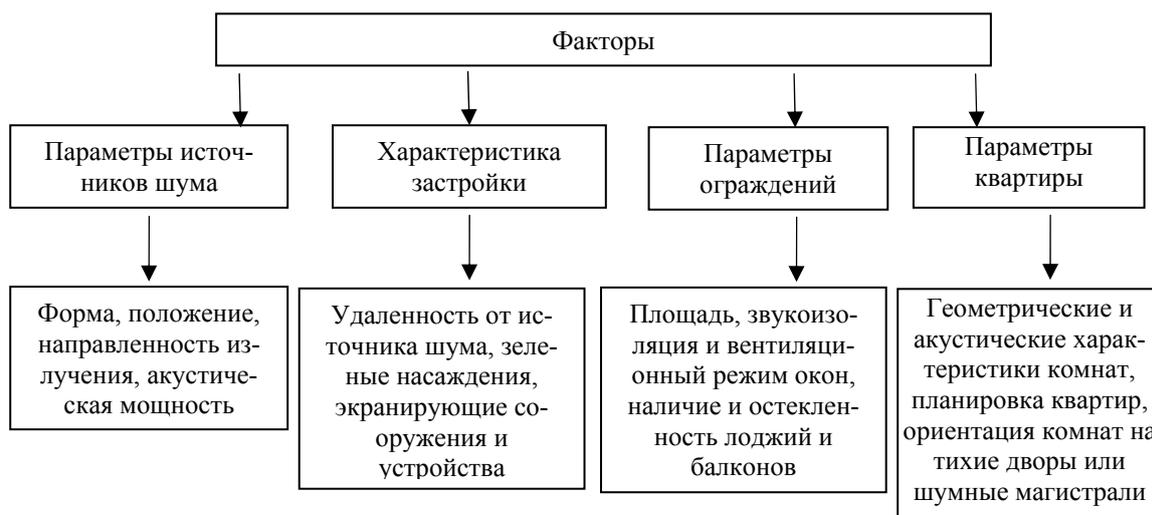


Рисунок 1 - Факторы, влияющие на комфорт квартиры

Расчет эквивалентных уровней шума следует производить отдельно для дневного ($7^{00} - 23^{00}$ ч) и ночного ($23^{00} - 7^{00}$ ч) времени, так как нормы шума и нахождение жильцов в комнатах в эти периоды различны. В ночное время коэффициенты m_i должны учитывать назначение комнат, например $m_i = 1$ для спален и $m_i = 0.5$ для гостиных. В многоквартирных квартирах возможна другая дифференциация поправок, например, в рабочих кабинетах $m_i = 0.6$ в дневное время и $m_i = 0$ ночью. В квартирах традиционной застройки с жилой площадью до 60 м^2 в дневное время можно принимать $m_i = 1$ для всех комнат. При расчете эквивалентного шумового воздействия учитываются только жилые комнаты, например не следует учитывать кухни, где не нормируются уровни шума.

Уровень шума в квартире следует рассчитывать по выражению

$$L_i = L_{\text{инт},i} - R_{\text{ок},i} - \Delta L_{\text{б},i} + 10 \lg \left(\frac{4S_{\text{ок},i}}{\alpha_i S_{\text{кв},i}} \right), \quad (3)$$

где $R_{\text{ок},i}$ – звукоизоляция оконного заполнения; $\Delta L_{\text{б},i}$ – поправка, учитывающая влияние застекленного балкона или лоджии; $S_{\text{ок},i}$ – площадь окна; α_i и $S_{\text{кв},i}$ – средний коэффициент звукопоглощения и площадь ограждающих поверхностей комнаты, $L_{\text{инт},i}$ – уровень интенсивности звукового потока, падающего на поверхность окна.

В выражении (3) окно, через которое шум проникает в помещение, является источником шума для комнаты. Величина акустической мощности «источника-окна» зависит от его площади, звукоизоляции и интенсивности падающего шума $L_{\text{инт},i}$. Интенсивность падающего на окно шума в свою очередь связана с уровнем шума перед фасадом напротив окна $L_{\text{ф},i}$ и зависит от структуры звукового поля в точке перед фасадом или от направления прихода отдельных волн

$$L_{\text{инт},i} = L_{\text{ф},i} - \Delta L_{\text{ст}}. \quad (4)$$

Поправка $\Delta L_{\text{ст}}$ учитывает равновероятность прихода звуковых волн и влияние отраженного от фасада звука на величину интенсивности шума $L_{\text{инт},i}$. В условиях равновероятности прихода звуковых волн на фасад со всех направлений в пределах полупространства поправку следует рассчитывать по выражению

$$\Delta L_{\text{ст}} = 10 \lg [2(2 - \alpha)], \quad (5)$$

где α – коэффициент звукопоглощения поверхности фасада. Если шум перед фасадом создает точечный источник шума, то поправка примет значение

$$\Delta L_{\text{ст}} = 10 \lg \left(\frac{2 - \alpha}{\cos \theta} \right), \quad (6)$$

где θ – угол падения звука на окно. Поправка для шума от автомагистрали, как от линейного источника составит

$$\Delta L_{\text{ст}} = 10 \lg \left(\frac{\pi(2 - \alpha)}{2} \right). \quad (7)$$

В случае использования расчетных данных рекомендуется производить расчет интенсивностей волн, падающих на поверхность окна, и использовать выражение

$$L_{\phi,i} = 10 \lg \left(\sum_{j=1}^{N_j} \frac{I_j \cos \theta_j}{I_0} \right), \quad (8)$$

где I_j – интенсивность падающего на окно звука от j -го точечного источника звука (линейные и плоские источники удобно представлять через набор точечных источников), I_0 – пороговое значение интенсивности звука; N_j – общее количество точечных источников шума; θ_j – углы падения звуковых волн на плоскость окна. Исследование структуры звукового поля в городской застройке рассмотрено в статье [5].

Пример расчета критерия акустического комфорта

В качестве примера рассчитаны критерии акустического комфорта двух квартир № 47 и 48 десятиэтажного дома по адресу г. Тамбов, ул. Рылеева, 100 (см. рисунок 2). Эти квартиры расположены на 2 этаже центральной (средней) блок-секции. На лестничной клетке этажа находятся однокомнатная, двухкомнатная и 2 трехкомнатные квартиры.

Здание располагается по красной линии улицы Рылеева. Его фасад 1 ориентирован на транспортную магистраль с интенсивным автомобильным движением. Другой фасад 2 ориентирован на внутридворовую территорию, где источником шума является детская спортивная площадка. На шумный фасад 1 выходят окна лестницы, кухни и двух жилых комнат трехкомнатных квартир. Окно одной спальни трехкомнатных квартир и все окна двухкомнатных и однокомнатных квартир выходят на дворовый фасад 2.

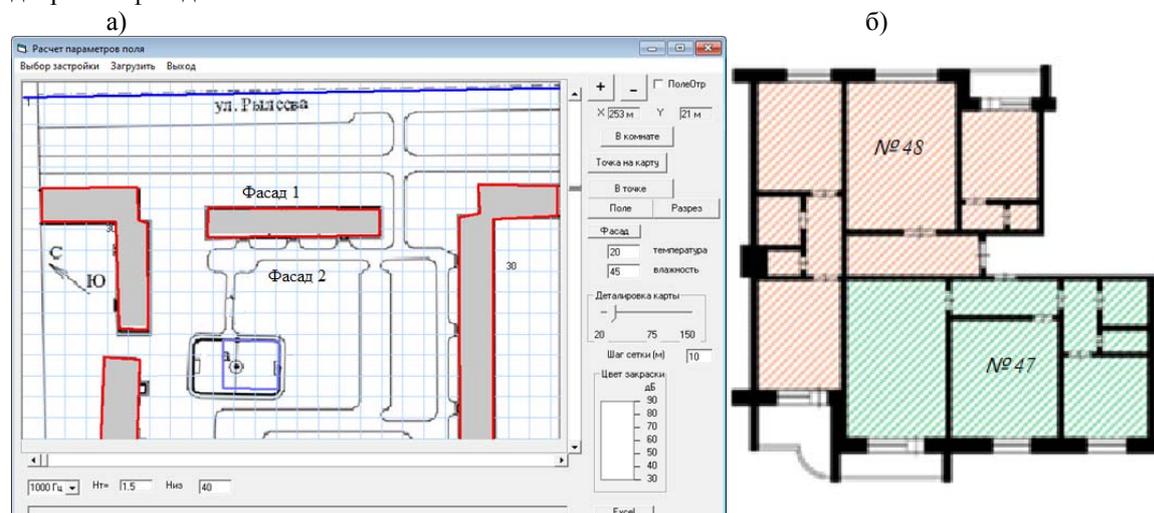


Рисунок 2 - Компьютерная форма с фрагментом застройки (а), планировка квартир № 47 и 48 (б)

Выполнены измерения уровней звукового давления внутри двора: фонового шума от транспортной магистрали, а также шума во время игры детей на спортивной площадке. Проведенные расчеты позволили определить акустические параметры источников шума, рассчитать и построить шумовые карты территории от транспортной магистрали и шума спортивной площадки, определить шум перед фасадами квартир № 47 и 48. Шумовые карты показаны на рисунке 3.

Геометрические и акустические характеристики **квартиры № 48**, а также свойства ограждающих конструкций, приведены на рисунке 4. Здесь же представлены рассчитанные уровни шума напротив фасадов 1 и 2 на уровне всех этажей. Расчеты уровней шума в комнатах квартиры выполнен по формуле (2). В комнатах квартиры № 48, ориентированных на магистраль (фасад 1), уровни шума составили: 42.7 дБА в гостиной комнате, 43.4 дБА в спальне. В обеих комнатах превышен допустимый уровень шума $L_{\text{доп}} = 40$ дБА соответственно на 2.7 дБА и на 3.4 дБА. В этих комнатах необходимо снижение шума, проникающего снаружи, например, за счет применения другой конструкции окон с более высокой звукоизоляцией. В спальную комнату со стороны двора (фасада 2) уровень шума извне практически не поступает (19.3 дБА). Основной вклад в тихий режим этой комнаты вносит звукоизоляция остекленной лоджии.

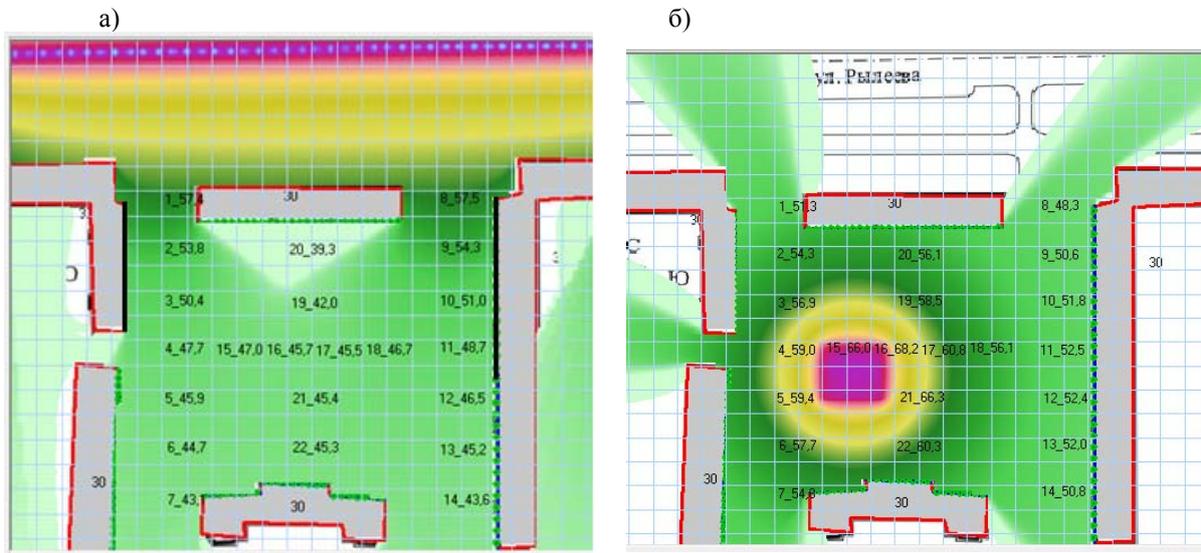


Рисунок 3 – Шумовые карты: а) от магистрали; б) от спортивной площадки

Эквивалентный уровень квартиры № 48 равен

$$L_{\text{экв}} = 10 \lg \left[\frac{1}{38.6} \sum_{i=1}^3 (1 * 17 * 10^{0.1 * 42.7} + 1 * 10.2 * 10^{0.1 * 43.4} + 1 * 11.4 * 10^{0.1 * 19.3}) \right] = 41.4 \text{ дБА.} \quad (9)$$

За счет тихой комнаты эквивалентный уровень квартиры меньше уровней шумных комнат, однако, его величина превышает нормативное значение.

Оценка акустического комфорта квартиры № 48													
3	от земли до центра		10	к-во этажей		3	высота этажа		3	к-во комнат			
						2,6	Высота помещ		40	Норма дБА			
фасад 1	фасад 2	номер	Тип комнаты			Площадь окна, м ²	Звукоиз окна, дБА	R застекл балкона	Коэф. звукоп	Площадь пола, м ²	Длина, м	Ширина, м	Площадь огр., м ²
уровни по этажам	уровни по этажу		гост	спа	кух								
57,3	50,7	1	+		2,7	10		0,2	17	4,9	3,5	77,6	
57,3	50,7	2		+	2,2	10		0,2	10,2	3,6	2,8	53,9	
57,2	50,6	3		+	2,7	10	15	0,2	11,4	4	2,8	58,4	
57,2	50,6	4											
57,1	50,5	5											
57,0	50,4	6											
56,9	50,4	7											
56,7	50,4	8											
56,6	50,3	9											
56,4	50,2	10											

Рисунок 4 – Фрагмент отчета с параметрами квартиры № 48

Все окна двухкомнатной **квартиры № 47** выходят во двор. Параметры комнат квартиры и рассчитанные уровни шума напротив фасада 2 приведены на рисунке 5. Для комнаты 1 учтено снижение уровня шума за счет уменьшения угла обзора за счет стенок лоджии на $\Delta L = 10 \lg(119/180) = 1.8 \text{ дБА}$. Уровни шума в комнатах составили 33.9 и 35.8 дБА, что значительно ниже нормативного значения 40 дБА. Шумозащитные мероприятия для данной квартиры не требуются. Акустический комфорт квартиры является высоким, так как эквивалентный уровень шума значительно ниже нормативного уровня

$$L_{\text{экв}} = 10 \lg \left[\frac{1}{33.2} \sum_{i=1}^3 (1 * 19.1 * 10^{0.1 * 33.9} + 1 * 14.1 * 10^{0.1 * 35.8}) \right] = 34.8 \text{ дБА.} \quad (10)$$

Оценка акустического комфорта квартиры № 47														
3	от земли до центра			10	к-во этажей			3	высота этажа			2	к-во комнат	
							2,6	Высота помещ			40	Норма дБА		
фасад 1	фасад 2													
уровни по этажам	уровни по этажам	номер	Тип комнаты			Площадь окна, м2	Звукоиз окна, дБА	R застекл балкона	Козф. звукоп	Площадь пола, м2	Длина, м	Ширина, м	Площадь огр., м2	
			гост	спа	кух									
	50,7	1	+			2,7	10	1,79	0,2	19,1	5,5	3,5	84,74	
	50,7	2		+		2,2	10		0,2	14,1	4,05	3,5	67,304	
	50,6	3												
	50,6	4												
	50,5	5												
	50,4	6												
	50,4	7												
	50,4	8												
	50,3	9												
	50,2	10												

Рисунок 5 – Фрагмент отчета с параметрами квартиры № 47

Основной вывод

В статье предложен критерий оценки акустического комфорта квартир в виде эквивалентного уровня. Предложенный критерий является интегральной характеристикой, учитывающей планировочные, конструктивные и градостроительные условия, а также параметры источников шума.

Необходимы дальнейшие исследования для определения шкалы критериев акустического комфорта.

Список использованных источников

1. Антонов А.И. Расчеты уровней прямого звука от линейных источников шума, располагающихся на промышленных предприятиях и в городской застройке/ А.И. Антонов, В.И. Леденев, Е.О. Соломатин // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Строительство и архитектура. 2013. № 31-1 (50). С. 329-335.
2. Антонов А.И. Методы расчета уровней прямого звука, излучаемого плоскими, источниками шума в городской застройке / А.И. Антонов, В.И. Леденев, Е.О. Соломатин, В.П. Гусев // Жилищное строительство. 2013. № 6. С. 13-15.
3. ОДМ 218.2.013-2011 Методические рекомендации по защите от транспортного шума территорий, прилегающих к автомобильным дорогам, Федеральное дорожное агентство (Росавтодор), Москва, 2011. – 160 с.
4. Антонов А.И., Леденев В.И., Матвеева И.В., Федорова О.О. Влияние характера отраженного звука от ограждений на выбор метода расчета воздушного шума в гражданских и промышленных зданиях/ А.И. Антонов, В.И. Леденев, И.В. Матвеева, О.О. Федорова // Приволжский научный журнал. 2017. № 2 (42). С. 16-23.
5. Шубин И.Л. Оценка влияния отраженной звуковой энергии на шумовой режим жилой застройки / И.Л. Шубин, А.И. Антонов, В.И. Леденев // Жилищное строительство. 2018. № 8. С. 18-21.

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ СТИЛЯ МИНИМАЛИЗМ В ДИЗАЙНЕ ИНТЕРЬЕРОВ

Ельчищева Т.Ф.

*ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет»,
кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры «Архитектура и строительство зданий»,
e-mail: elschevat@mail.ru*

Жоркина Д.Г.

*ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет»,
студент кафедры «Архитектура и строительство зданий»,
e-mail: dzhorkina@mail.ru*

Введение. История стиля

История минимализма в интерьере берет свой отсчет с начала XX века. Этот период характеризуется бурным ростом промышленности, появлением новых технологий во всех отраслях производства. Кардинально меняется темп и стиль жизни людей: из размеренного, вальяжного, медлительного, характерного для XIX века, вырастает новый, стремительный и напористый.

Минимализм является продолжением идей конструктивизма и функционализма. В дизайне интерьера минимализм, в первую очередь, характеризуется лаконичностью, простотой, точностью и ясностью композиции, интерьеры лишаются пышного декора.

Появлению стиля минимализм способствовали исторические предпосылки: после Первой мировой войны окончательно изжили себя идеи модерна, так как этот стиль ассоциировался у людей с тем образом жизни общества, идеи которого привели мир к войне. Общество нуждалось в чем-то кардинально новом. Так был создан минимализм с его предельно простыми формами и функциональностью, присущей каждой детали интерьера. Минимализм воспринимается многими людьми как дизайн будущего.

Минимализм — самый яркий и самый спорный стиль в истории второй половины XX века. Отвергая классические приемы творчества и традиционные художественные материалы, минималисты используют промышленные и природные материалы простых геометрических форм, нейтральных черных и серых цветов и малых объемов. Особое внимание уделяется такому направлению, как функционализм, при этом люди начинают ценить свойства предмета, а не его эстетические качества [4].

Характеристика интерьера в стиле минимализм

Интерьер минималистского жилья напоминает студию: для него характерно отсутствие перегородок, плавное перетекание одного помещения в другое, четкое зонирование частей квартиры. В таком интерьере роль разделителей играет зональная отделка или мебель (рис. 1) [2].



Рисунок 1 – Пример зонирования интерьера в стиле минимализм

Минималистический интерьер символизирует свободу от лишних вещей, «темных углов». В понимании минималистов дом – это место успокоения, релаксации, место, которое дает возможность укрыться от суеты и пестроты мира [3].

Материалы, используемые при отделке помещения в стиле минимализм

При отделке помещений в минимализме используются природные материалы, зачастую грубые – кирпич, камень, рельефная штукатурка, дерево, пробковое покрытие (рис.2, 3).



Рисунок 2 – Использование дерева в интерьерах квартир в стиле минимализм



Рисунок 3 – Использование бетона и мрамора в интерьерах квартир в стиле минимализм

При выборе отделки стен зачастую используются обои под покраску или рельефные штукатурки – они создают «нескучную», живую поверхность и в то же время не перегружают интерьер.

Цветовая палитра стиля

Как правило, при разработке дизайн-проекта помещения в рассматриваемом стиле за основу берется сочетание двух цветов, которые грамотно разбавляются умеренным количеством контрастных цветовых акцентов (рис. 4).

Цветовая палитра интерьеров – светлая, основанная на игре полутонов, много белого цвета, часто – в контрасте с черным или серым, реже – бежевым или коричневым (рис. 5, 6).

Палитру интерьера дополняют естественные тона дерева, кирпича, металла, блеск стекла (рис. 7) [1].

Разработка дизайна интерьера в стиле минимализм

Изучив основные методы и приемы разработки интерьеров в стиле минимализм, была поставлена практическая задача – разработать интерьер современной городской квартиры-студии – интерьер для семейной пары. Один из главных вопросов, который было необходимо решить – это сделать имеющуюся площадь квартиры многофункциональной.



Рисунок 4 – Использование ярких акцентов в интерьере в стиле минимализм



Рисунок 5 – Интерьер в стиле минимализм на основе контраста белого и черного цветов



Рисунок 6 – Интерьер в стиле минимализм в бежевых и коричневых тонах



Рисунок 7 – Интерьер в стиле минимализм

На рис. 8 приведен исходный план квартиры, в который вписан интерьер в стиле минимализм. План квартиры по форме представляет собой половину трапеции, две стороны которой, размером 12 и 5,4 м расположены параллельно друг к другу, третья сторона размером 12 м перпендикулярна им, а четвертая размером 13,2 м расположена под углом 140° к более короткой из параллельных сторон. Общая площадь комнаты составляет 120 м^2 .

Для создания проекта интерьера была использована программа ARCHICAD 22. Визуализация была выполнена с помощью CineRender от MAXON, освещение выбрано дневное.

При разработке дизайнерского решения в интерьере и для решения поставленных вопросов, очевидно, наиболее уместен стиль минимализм, так как он предполагает зонирование площади с помощью определенным образом расставленной мебели и создания акцента на цветовых решениях (рис. 9). Помещение объединяет в себе три отдельных зоны, соединенных визуальными связями: спальню, гостиную и гардеробную.

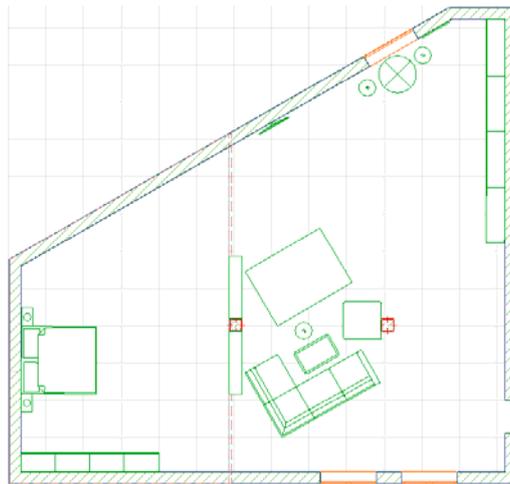


Рисунок 8 – План комнаты



Рисунок 9 – Зонирование комнаты с помощью мебелировки



Рисунок 10 – Использование цветовых акцентов в интерьере

В интерьере обильно используются такие строительные материалы, как дерево и стекло. Комната выполнена в бежевых тонах с яркими бордовыми цветовыми акцентами, реализованными на некоторых стенах и колоннах, а также в предметах мебелировки – на журнальном столике и пуфах (рис. 10).

Зоны спальни и гардеробной обозначены стенами бордового цвета, зона гостиной отделена от спальни перегородкой из светлого дерева.

В спальняной зоне расположен комод и двуспальная кровать, оснащенная прикроватными тумбочками. На тумбочках расположены светильники, обеспечивающие спокойный приглушенный свет.

В зоне гостиной находится угловой диван, журнальный столик, пуфы, ковер и телевизор. Эта зона достаточно вместительна: в ней могут расположиться одновременно шесть и более человек. Также в зоне гостиной есть перегородка. Перегородка имеет простую геометрическую форму, что также соответствует основным канонам стиля минимализм. Помимо разделяющей функции перегородка может использоваться как мебель – для хранения книг и элементов декора, соответствующих выбранному стилю.

В зоне гардеробной расположен вместительный шкаф-купе. Двери шкафа оснащены зеркалами, напротив шкафа также размещается зеркало. Зеркальное пространство создает визуальное расширение интерьера, добавляя в пространство еще больше воздуха и света. Тут же находится стол с пуфами, которые можно использовать как в качестве рекреационной зоны, так и в качестве создания зоны рабочего места, т.к. стол расположен таким образом, что на него в достаточном количестве попадает естественный свет, обеспечивающий необходимые условия для письменной работы.

В комнате отсутствуют шторы. Это сделано намеренно: чтобы не перегружать минималистичный интерьер лишними элементами декора. Возможность отсутствия штор обусловлена тем, что в помещении установлены окна с односторонним зеркальным стеклом. Они позволяют скрыть все происходящее в помещении от посторонних глаз. Кроме того, оконное стекло выполнено с автоматическим затемнением. Это весьма удобно в эксплуатации: чем ярче солнце на улице, тем темнее будут становиться оконные стекла. Переключение смарт-стекла происходит очень быстро, за время меньше минуты.

Будущее стиля минимализм

После рассмотрения тенденций в мировом дизайне интерьеров жилых помещений стало очевидно, что интерьеры будущего будут создаваться максимально простыми и лаконичными, так как потребитель все чаще выбирает между функциональностью и роскошью первое.

Сейчас многие люди живут в мире вещей, количество которых с каждым днем увеличивается. На данный момент замечено стремление общества к отказу от «вещизма», «накопительства». Люди все чаще стремятся освободиться от бремени предметов, которые на самом деле лишние и подчас вообще не используются в повседневной жизни. Вопрос о том, как уменьшить и свести их количество к минимуму и предстоит решить архитекторам и дизайнерам будущего. Авторам статьи представляется, что этого нельзя сделать, не отталкиваясь от основных канонів минималистического стиля. Но если в конце 20-го столетия стиль символизировал отказ от помпезности и роскоши, то в дизайне будущего минимализм, скорее всего, будет применяться как стиль-отказ от накопительства, человеческой жадности, протест против вещизма, стремление человека к здоровой атмосфере внутри своего дома, где много свежего воздуха и света.

Список использованных источников

1. Интерьер в стиле минимализм: 18 оригинальных примеров [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://salon.ru/article/interer-v-stile-minimalizm-18-originalnyx-primerov-39549> (дата обращения 26.03.2020).
2. Стиль минимализм в интерьере [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.topdom.ru/articles/interior_design/novaya_enciklopediya_dekora_minimalizm.htm (дата обращения 26.03.2020).
3. Стиль минимализм в интерьере: минимум деталей – максимум комфорта [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.pufikhomes.com/ru/stili-interera/minimalizm/> (дата обращения 26.03.2020).
4. Уилкинсон, Ф. 50 идей, о которых нужно знать. Архитектура / Ф. Уилкинсон; пер. с англ. Ш. Мартыновой. – Фантом Пресс, 2014. – 208 с.

СНИЖЕНИЕ ШУМА РЕЛЬСОВОГО ТРАНСПОРТА В ЖИЛОЙ ЗАСТРОЙКЕ Г. КРАСНОДАРА

Горин В.А.

*ФГБОУ ВО «Кубанский государственный технологический университет», профессор кафедры
«Архитектуры гражданских и промышленных зданий и сооружений»
e-mail: 2486550@mail.ru*

Клименко В.В.

*ФГБОУ ВО «Кубанский государственный технологический университет», доцент кафедры
«Архитектуры гражданских и промышленных зданий и сооружений»
e-mail: 4552439@mail.ru*

Гречко Д.А.

*ФГБОУ ВО «Кубанский государственный технологический университет», магистрант
e-mail: dash.taranenko@yandex.ru*

Вокзальный комплекс железнодорожной станции Краснодар-1 является исторически сложившимся градообразующим элементом г. Краснодара, расположенным в его центральной части.

Из-за увеличивающегося пассажиропотока и, соответственно, потока багажа, а также в связи с возросшими требованиями норм к технологии и качеству обслуживания пассажиров на вокзалах, возникла потребность в его реконструкции. Целью реконструкции железнодорожной станции являлась модернизация существующих и строительство новых зданий на территории вокзального комплекса.

Детальный анализ существующей застройки и проектных решений генерального плана реконструируемого комплекса показал следующее. Источниками шума реконструируемого объекта являются ж. д. станция Краснодар-1, автобусная станция междугородного назначения, а также проектируемая на привокзальной площади автостоянка на автомобилях. Воздействию повышенных уровней шума подвержены жилые здания и селитебные территории, прилегающие к вокзальному комплексу и расположенные в непосредственной близости к привокзальной площади.

Станция Краснодар-1 по характеру и объему выполняемых работ является пассажирской, I-го класса. На ней осуществляется прием и отправление пассажирских и грузовых поездов, формирование пассажирских и пригородных составов, расформирование и формирование грузовых поездов, а также подача (уборка) вагонов к погрузочно-выгрузочным фронтам. Основными источниками шума на станции являются процессы формирования поездов, дополнительные-проходящие сквозные поезда, работа маневров тепловозов, сигналы локомотивов и громкоговорителей.

Шумовая характеристика ж.д. станции определялась путем измерений уровней звука на границе застройки по ГОСТ 31297-2005[2]. Точки наблюдений располагались на расстояниях порядка 50 м друг от друга вне области «звуковой тени». Всего 102 точки. По полученным результатам измерений эквивалентных и максимальных уровней звука рассчитывали средний и максимальный корректированные уровни звуковой мощности. Их значения составили

$L_{PA_{ср}}=119$ дБА, $L_{PA_{макс}}=130$ дБА и $L_{PA_{ср}}=108$ дБА, $L_{PA_{макс}}=114$ дБА, соответственно за дневной и ночной периоды суток.

Для определения акустического центра железнодорожной станции, имеющей сложную форму в плане, которую нельзя свести к совокупности простейших элементов, ее внешняя граница аппроксимировалась отрезками прямых соединяющих точки расположенные на этой границе. В качестве точек соединений выбирались точки измерений шума. При таком представлении сложное сечение можно рассматривать как совокупность треугольных элементов, одна из вершин которых совпадает с началом координат системы ХОУ, в которой рассматривается данное сечение. Площадь сечения и другие геометрические характеристики выдержались через координаты соответствующих точек контура сечения образующих треугольный элемент. Координаты положения центра тяжести всего сечения (акустического центра) определялись по формулам:

$$x_c = \frac{S_x}{A}, \quad y_c = \frac{S_y}{A},$$

где S_x, S_y - суммы статических моментов инерции треугольных элементов относительно осей X и Y ;
A-площадь сечения.

По аналогичной методике была определена шумовая характеристика автобусной станции междугородного назначения.

Шумовая характеристика проектируемой на привокзальной площади автостоянки рассчитывалась в соответствии с ее технологическими параметрами, к которым относятся сменяемость автомобилей на одной стоянке в дневной и ночной периоды времени и ее геометрические размеры.

Полученные данные позволили выполнить оценку шума в зданиях на территориях, прилегающих к вокзальному комплексу. Установлено, что уровни шума превышают требования санитарных норм СН 2.2.4/2.1.8.562-96[1] в пассажирских залах вокзала 17 дБА, в номерах гостиницы и комнатах матери и ребенка до 26 дБА со стороны ж.д. станции. Превышения уровней звука на территориях жилых домов прилегающих к привокзальной площади, выполненное по ГОСТ 23337-2014[3] составило 5÷12 дБА.

С целью выполнения требований норм по шуму на территориях и в зданиях, прилегающих к вокзальному комплексу, разработан комплекс шумозащитных мероприятий. Так для снижения шума до 5дБА, создаваемого работой автостоянки междугородных сообщений, достигается за счет отстоя автобусов на специальной площадке вне территории вокзального комплекса. При этом посадочные места для пассажиров сохраняются на привокзальной площади. Компонировочным решением генерального плана реконструкции предусматривается расположение строящихся по примеру привокзальной площади трехэтажных зданий поста электрической централизации, багажного отделения и административного корпуса так, чтобы они экранировали жилые дома от воздействия шума создаваемого ж.д. станцией и автостоянкой. Эффективность снижения шума за счет экранов-зданий составила 9÷13 дБА. Нормативные уровни шума в помещениях реконструируемого здания вокзала обеспечиваются за счет планировочных и технических мероприятий. Предусматривается расположение номеров гостиницы, комнат матери и ребенка в наиболее удаленном от привокзальной площади пристраиваемом крыле здания, с установкой в них звукоизолирующих окон. В пассажирских залах вокзала устанавливаются витражи с глухим остеклением, обладающие звукоизоляцией от воздействия транспортного шума равной 25 дБА.

Таким образом, при корректировке плана реконструкции железнодорожной станции Краснодар-I необходимо улучшить его акустический режим путем выбора наиболее рациональной транспортно-планировочной структуры с целью преодоления высокой загруженности улично-дорожной сети, снижения интенсивности движения пассажирских и грузовых поездов, выполнения всего разработанного комплекса шумозащитных мероприятий.

Список использованных источников

1. СН 2.2.4/2.1.8.562-96 Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки. Санитарные нормы. М.: Информационно-издательский центр Минздрава России,1997.
2. ГОСТ 31297-2005 Шум. Технический метод определения уровней звуковой мощности промышленных предприятий с множественными источниками шума для оценки уровней звукового давления в окружающей среде. М.: Стандартинформ,2006.
3. ГОСТ 23337-2014 Шум. Методы измерений шума на селитебной территории и в помещениях жилых и общественных зданий. М.: Стандартинформ,2015.

ЗАЩИТА ЖИЛОЙ ЗАСТРОЙКИ ОТ АВТОТРАНСПОРТНОГО ШУМА В Г. КРАСНОДАРЕ

Горин В.А.

*ФГБОУ ВО «Кубанский государственный технологический университет», профессор кафедры
«Архитектуры гражданских и промышленных зданий и сооружений»
e-mail: 2486550@mail.ru*

Клименко В.В.

*ФГБОУ ВО «Кубанский государственный технологический университет», доцент кафедры
«Архитектуры гражданских и промышленных зданий и сооружений»
e-mail: 4552439@mail.ru*

Гречко Д.С.

*ФГБОУ ВО «Кубанский государственный технологический университет», магистрант
e-mail: dash.taranenko@yandex.ru*

Кубанским государственным технологическим университетом выполнены работы по оценке шумового режима основных источников шума г.Краснодара (воздушный транспорт, железные дороги, улично-дорожная сеть, промышленность). Ниже дается оценка и анализ шума улично-дорожной сети, приводится комплекс мероприятий, снижающих уровень шумового загрязнения на селитебной территории города.

Краснодар – крупный административный, культурный, промышленный город России. Это крупный транспортный узел железнодорожных, автомобильных и речных путей, которые связывают между собой север и юг России, государства Северного Кавказа, Закавказья. Через город проходят автомобильные дороги государственного назначения на Новороссийск, Темрюк, Ростов-на-Дону, Джубгу, Кропоткин, Тимашевск, оказывающие большое влияние на планировочную структуру улично-дорожной сети. Это улицы Дзержинского, Красных Партизан, Уральская, Бородинская, Тургенева, Захарова, Ростовское шоссе и др. Планировочной осью городской улично-дорожной сети (главной улицей города) является ул. Красная, которая делит город на две части с севера на юг.

Автомобильные потоки на магистралях города ежегодно возрастают на 15,0-20,0 тыс. единиц, что вызывает рост дорожно-транспортных происшествий, транспортные заторы, резкое снижение скоростей, повышение уровней шума и т.п.

Проведены натурные исследования технологических параметров и уровня шумового загрязнения транспортных потоков в городе в «час пик», в летний период по ГОСТ 23337-2014, ГОСТ 20444-2014 [1, 2]. Определены участки улиц и дорог, где на примыкающей территории жилой застройки эквивалентные уровни звука превышают допустимые значения. Выполнена картограмма интенсивности потоков автомобильного транспорта на основных магистралях города, картограмма шумовой характеристики транспортных потоков, карта шума улично-дорожной сети и карта акустического дискомфорта примыкающей территории жилой застройки.

Интенсивность движения транспортного потока улично-дорожной сети колеблется в пределах от 500 до 4800 ед./ч. Доля транспортных средств в потоке распределяется следующим образом: легковые автомобили – 83-89%, грузовые 4,2-8,6%, автобусы и троллейбусы 3,3-5,4%. Средняя скорость движения по городу автотранспортного потока равна 45 км/ч. Акустическая дискомфортность территории застройки, прилегающей к жилым домам, составила 2-13 дБА.

Анализ картограммы движения автотранспортных потоков и картограммы шумовой характеристики улично-дорожной сети показал, что за последние шесть лет интенсивность движения транспортного потока на магистралях города увеличилась в 1,2-2,0 раза. На единичных магистралях наблюдается спад интенсивности движения в 1,2-1,5 раза. Однако, за последние годы величина шумовой характеристики транспортного потока на улицах и дорогах города практически не изменилась. Это объясняется тем, что с увеличением интенсивности движения снижается скорость потока и, наоборот, с уменьшением интенсивности движения увеличивается скорость движения потока. Следовательно, интенсивность движения автотранспортных потоков на основных магистралях города находится на уровне насыщения и приближается к величине максимальной пропускной способности.

Анализ условий движения автотранспорта, карты шума улично-дорожной сети и работ по развитию магистралей города, выполненных ранее различными организациями позволил сделать следующие выводы:

- в городе отсутствуют трассы, обеспечивающие пропуск грузового автотранспорта во внутригородском сообщении;
- на сети недостаточное количество искусственных сооружений для развязок движения в разных уровнях;
- отсутствие магистрали в меридиональном направлении концентрирует поток легкового транспорта по ул. Красной – главной улице города;
- на магистральных улицах в составе транспортных потоков преобладают внутригородские потоки. Основные транзитные и целевые потоки пропускаются по периферийным и обходным магистралям в обход города;
- причинами превышения допустимых уровней звука на примагистральных территориях являются интенсивность движения автотранспорта, малые расстояния от края проезжей части улицы до жилых зданий, не соответствующие требованиям СП 42.13330.2011 [3]. Отсутствие средств защиты жилья от транспортного шума. Поэтому необходима разработка комплекса шумозащитных мероприятий с учетом развития улично-дорожной сети.

Кубанским государственным технологическим университетом совместно с Управлением ГИБДД УВД Краснодарского края откорректированы разработанные ранее Гипрогором мероприятия по развитию улично-дорожной сети даны рекомендации по улучшению организации дорожного движения на улицах краевого центра.

Разработана система магистралей с организацией непрерывного движения по ул. Московской – ул. Садовой – ул. Суворова, с выходом на внешнюю дорогу на Новороссийск и по ул. Красных Партизан – ул. Гаврилова – ул. 40-летия Победы, с выходом на восточный планировочный район. Предложено строительство развязок на пересечениях с второстепенными магистралями, а также выделение в системе городских магистралей дороги с преимущественным движением грузового транспорта [4, 5].

Разработаны мероприятия по реконструкции нескольких улиц, а также по строительству новых дорог от южного промрайона к МКР «Почтовый», от ул. Вишняковой до ул. Володарского, дороги «Ближний западный обход» г. Краснодара.

Введение приоритетного (одностороннего) движения на улицах Северной, Красных Партизан, бабушкина, Гаврилова, Октябрьской, Промышленной, Рашпилевской снизила шум на примагистральной территории жилой застройки до 3 дБА.

При реализации предложений по развитию магистральной сети произойдет перераспределение потоков транспорта с уменьшением интенсивности движения на магистралях города. Расчетное снижение уровня шумового загрязнения на примагистральной территории жилой застройки составит от 2 до 7 дБА.

На основании выполненных исследований построена карта шума улично-дорожной сети города. Разработанный комплекс мероприятий по снижению шума включен в корректировку генерального плана развития г. Краснодара.

Список использованных источников

1. ГОСТ 23337-2014. Шум, методы измерения шума на селитебной территории и в помещениях жилых и общественных зданий. – М.: Стандартинформ, 2015. – 28 с.
2. ГОСТ 20444-2014 Шум. Транспортные потоки. Методы определения шумовой характеристики. – М.: Стандартинформ, 2015. – 14 с.
3. СП 42.13330.2011. Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений. Актуализированная редакция СНиП 2.07.01-89*. – М.: Минрегион России, 2010. – 109 с.
4. Горин В.А., Даниелян А.С. Методы снижения шума городского транспорта в жилой застройке. Материалы научно-технического семинара «Актуальные проблемы акустической экологии и защиты от шума» НИИСФ – Севастополь, 2006. С. 119-120.
5. Большанина Т.С., Овсянников С.Н. Влияние транспортных развязок при оценке шумового загрязнения примагистральной территории. Бюллетень строительной техники. 2017. №6 (994). С. 23-25.

ШУМОЗАЩИТНЫЕ МЕРОПРИЯТИЯ В ЗОНЕ ВЛИЯНИЯ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ

Матвеева И.В.,

ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», доцент кафедры «Городское строительство и автомобильные дороги», times02@yandex.ru

Порфирьева О.В.,

ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», магистрант, olyazoo@mail.ru

С каждым годом интенсивность движения автотранспортных средств на автомобильных дорогах увеличивается, что приводит к неизбежному росту шумовой нагрузки на население, проживающее в зоне влияния автомобильных дорог. Постоянное воздействие шума на организм человека приводит к увеличению числа неврологических и психических заболеваний, что, в свою очередь, отрицательно отражается и на производительности труда и его качестве [3].

Защита от транспортного шума расположенных вблизи автомобильных дорог и путепроводов жилых и общественных зданий может осуществляться по следующим основным направлениям: снижение шума в источнике возникновения (создание и применение малошумных транспортных средств, регламентация времени, скорости их работы, запрет транзитного транспорта, ограничение движения грузового транспорта); архитектурно-планировочные и конструктивные методы (применение шумозащитных наружных ограждающих конструкций, шумозащитных зданий); инженерно-строительные методы и средства (устройство шумозащитных экранов, полос зелёных насаждений, земляных валов и насыпей) [1].

Мероприятия по снижению уровня шума также можно разделить на пассивные, не требующие дополнительных затрат при их реализации, и активные, на реализацию которых требуются существенные капитальные вложения в связи с тем, что они включают в себя устройство специальных шумозащитных сооружений.

К пассивным мероприятиям по снижению уровня транспортного шума относят:

- проектирование участков автомобильных дорог с минимальным шумовым воздействием на прилегающих территориях. Для этого при проектировании продольного профиля применяют большие радиусы вертикальных выпуклых кривых, а также уполаживание продольных уклонов;
- устройство «шумозащитных» выемок - глубиной 1-2 м с крутым внешним откосом;
- обеспечение мероприятий по организации движения для снижения уровня шума на прилегающих территориях. К ним относят полное или частичное ограничение движения различных видов автотранспортных средств, либо организация их движения по дублирующим дорогам; ограничение скоростей движения автотранспортных средств по участкам дорог, проходящим вдоль населенных пунктов и участков, требующих уменьшения уровня шумового воздействия; устройство кругового движения на пересечениях в одном уровне;
- сохранение и уход за существующими зелеными насаждениями в месте проложения трассы. Посадки деревьев и кустарников являются естественными шумо- и газозащитными барьерами, поэтому необходимо использовать их потенциал при проектировании защиты от шума.

Активные мероприятия по снижению уровня шума на автомобильных дорогах включают в себя устройство шумозащитных экранов и земляных валов вдоль участков автомобильных дорог, проходящих вблизи населенных пунктов с учетом требований уменьшения шумового воздействия. На рис. 1 приведены схемы наиболее часто реализуемых защитных сооружений активного типа.

Шумозащитный экран представляет собой специальную сборно-разборную конструкцию, состоящую из стоек и акустического заполнения. Основным элементом, влияющим на шумозащитные свойства экрана, являются акустические панели, которые по физическим свойствам делят на звукоотражающие и звукопоглощающие. Звукоотражающие экраны, проектируются таким образом, чтобы звуковая энергия отражалась в противоположную сторону от защищаемого объекта. Звукопоглощающие экраны защищают от шума водителей и пассажиров автомобиля и застройку на противоположной стороне дороги.

В зависимости от желаемого акустического эффекта и строительной стоимости, подбирается материал шумозащитного экрана. В настоящее время существует несколько вариантов конструктивного устройства подобных сооружений.

Грунтовые шумозащитные валы являются наиболее экономичным вариантом шумозащитных экранов, они занимают большую площадь в плане из-за необходимости устройства откосов, обладают

меньшей эффективностью шумозащиты в отличие от экранов-стенок, менее привлекательны с эстетической точки зрения.

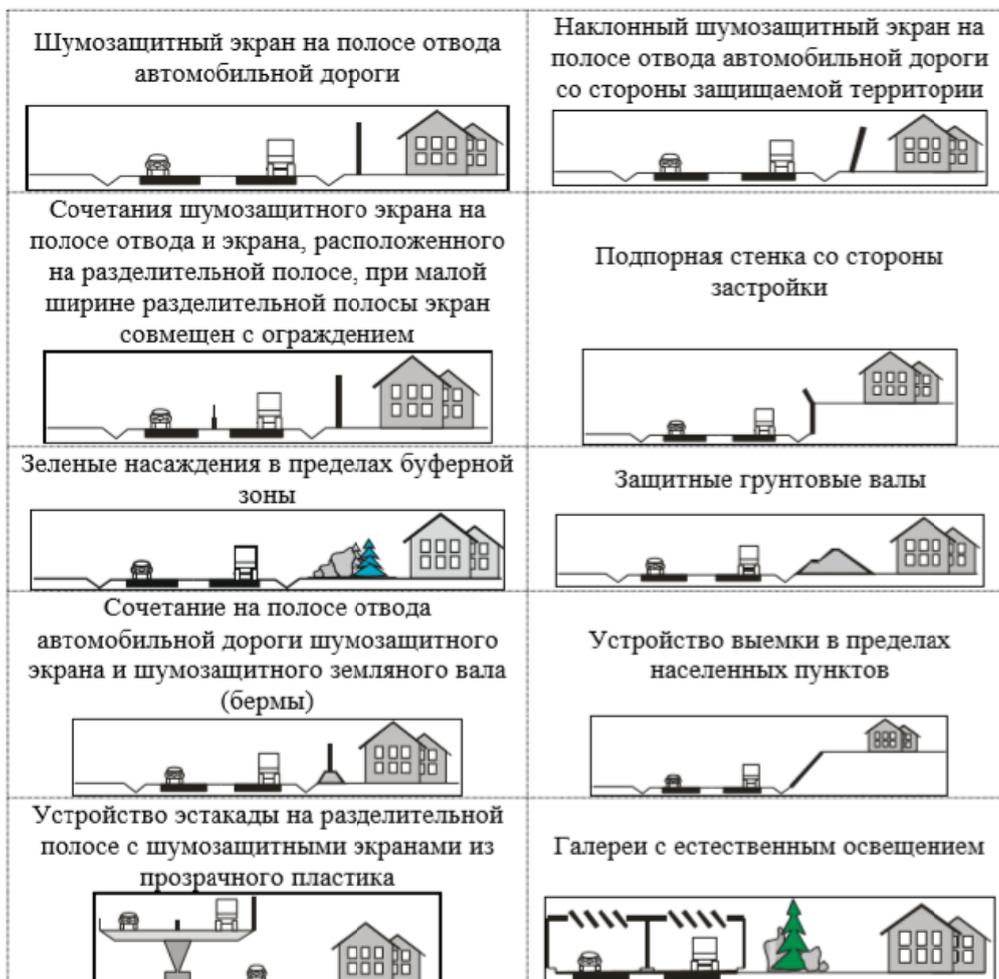


Рисунок 1 - Схемы наиболее часто реализуемых защитных сооружений

Экраны-стенки обладают рядом достоинств по сравнению с грунтовыми валами, могут выполняться из различных конструктивных материалов:

- сборный и монолитный бетон и железобетон – наиболее распространённый конструкционный материал для устройства шумозащитных экранов. Экраны, созданные из него, при правильном изготовлении и соответствующем содержании долговечны, обладают способностью противостоять высоким и низким температурам, свету и влажности.

- кирпичные экраны-стенки укладываются вручную или в виде заранее смонтированных панелей, возводятся на непрерывном ленточном фундаменте. Надёжность экранов из кирпичей, каменной или блочной кладки существенно зависит от качества кладочного раствора, при правильном его выборе и должном содержании, кирпичный шумозащитный экран достаточно долговечен;

- экраны из древесины должны пропитываться огнебиозащитными составами для обеспечения их долговечности. С эстетической стороны, они прекрасно вписываются в пейзаж, но низкая огнестойкость и тенденция к деформации, расслаиванию является существенным недостатком данного вида экрана;

- прозрачные материалы (стекло, прозрачная пластмасса, поликарбонат, акрил) часто используются как самостоятельное заполнение экранов или в комбинации с другими материалами для улучшения визуального восприятия водителем транспортного средства окружающей обстановки, а также для обеспечения визуального комфорта населения, проживающего в заэкранной зоне. Основными недостатками подобных конструкций является высокая бликуемость экрана и их стоимость.

- пластмассы (полиэтилен, стекловолокно) часто используются в качестве материала для акустических панелей. Их достоинствами являются легкость монтажа, возможность придавать панелям любую форму, экологичность в связи с лёгкостью повторной переработки. К недостаткам относятся быстрая вос-

пламеняемость, выделение при горении ядовитых веществ, значительная усадка в связи с деформациями при нагреве солнечными лучами, что может привести к нарушению целостности конструкции;

- металлические панели имеют меньшую, по сравнению с бетонными, плотность, что даёт неоспоримые преимущества при вертикальном расположении шумозащитных элементов. Однако у данного вида экранов есть свои недостатки. При попадании влаги на место соприкосновения таких материалов образуются гальванические пары, которые приводят к усилению процесса коррозии. Часто металл используют в качестве облицовочного материала для экранов звукопоглощающей конструкции. Облицовка представляет собой перфорированный профилированный лист из оцинкованного металла с полимерным покрытием. Между двух облицовок размещается звукопоглотитель из минеральной ваты с плотностью 110-145 кг/м³, защищенный с обеих сторон влаго-ветрозащитной мембраной. Такие конструкции имеют высокую эффективность шумозащиты.

Опыт использования перечисленных выше шумозащитных мер показывает, что проблема шумозащитных конструкций должна рассматриваться комплексно. При этом необходимо не только решать задачу снижения акустического дискомфорта на застроенной территории, но и учитывать технические и экономические аспекты содержания автомобильных дорог и шумозащитных конструкций, вплоть до учета их эстетического восприятия. Для наиболее эффективного использования тех или иных мероприятий по защите от шума на прилегающей к дороге территории можно использовать накопленный за рубежом опыт. В странах Западной Европы наиболее актуальным является использование многофункциональных экранов, которые сочетают в себе функции защиты от шума, выработки «чистой» электроэнергии за счет размещения на экранах солнечных батарей, а также уменьшение объемов вредных веществ путем обработки поверхностей акустических панелей диоксидом титана.

Несмотря на то, что актуальность устройства шумозащитных экранов велика, они практически отсутствуют на территории Тамбовской области. Связано это, в первую очередь, с высокой стоимостью такого шумозащитного сооружения. На стоимость шумозащитного экрана влияет высота экрана, материал экрана, конструктивное исполнение, шаг опорных столбов и т.п. Например, стоимость 1 пог.м. экрана из перфорированных сэндвич-панелей высотой 3 м может составлять от 17,5 тыс. руб. С высотой экрана стоимость увеличивается. Учитывая это обстоятельство, в процессе проектирования автомобильной дороги при разработке шумозащитных мероприятий необходимо выполнять расчеты уровней шума на прилегающей территории с тщательным обоснованием принятых решений. Расчеты должны производиться с обязательным учетом требований нормативно-технической литературы [2,4].

Список использованной литературы

1. Андрианов, К.А. Изменения транспортных ситуаций в средних по численности городах России и оценка их воздействий на окружающую среду (на примере г. Тамбова) / К.А. Андрианов, И.В. Матвеева, В.И. Леденев // Инновационные материалы, технологии и оборудование для строительства современных транспортных сооружений: сборник трудов конференции. – Белгород: БГТУ им. В.Г. Шухова. - 2013. - С. 7-11.
2. ОДМ 218.2.013-2011 Методические рекомендации по защите от транспортного шума территорий, прилегающих к автомобильным дорогам (первая редакция); Федеральное дорожное агентство (Росавтодор), Издательство ФГУП «Информавтодор», 2011 г.
3. Прутков Б. Шумозащита в градостроительстве / Б. Прутков. И. Шишкин. М.: ЦНИИП градостроительства, 1966. — 253 с.
4. СП 51.13330.2011 Защита от шума. Актуализированная редакция СНиП 23–03–2003

К ВОПРОСУ О ПРИМЕНЕНИИ ДЕЙСТВУЮЩИХ НОРМ ПО БЕЗОПАСНОСТИ К ОБЪЕКТУ КУЛЬТУРНОГО НАСЛЕДИЯ

Гостев В.А.

*ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», магистрант
e-mail: vogos29@rambler.ru*

Неоднократные научные исследования в различных областях (философии, истории, культурологии, юриспруденции) посвящены понятию «объект культурного наследия» (памятник истории и культуры) [1,2]. Данный термин, возможно, определить, как некий материальный объект, взятый государством (в установленном законодательством порядке) под охрану, созданный ранее (в прошлом) человеком или/и природой, связанный с событиями прошлого и являющийся уникальной ценностью [3].

Вследствие того, что большинство объектов культурного наследия имеют достаточно сложный типологический состав, фактически одновременно являясь:

- уникальными ценностями, определяемыми экспертизой, обусловившими их государственную охрану;

- недвижимым имуществом (здания, сооружения), в отношении которого законодатель устанавливает ограничения прав владения, пользования и распоряжения;

- объектами градостроительной деятельности;

достаточно сложно понять, как именно осуществляется обеспечение безопасности при взаимодействии человека с объектами культурного наследия.

Тем не менее, многие здания и сооружений являющиеся объектами культурного наследия, в большинстве своем представлены объектами недвижимости, с которыми происходит постоянное взаимодействие человека. Большинство данных зданий и сооружений находится в активной/современной среде жизнедеятельности человека в которой должны быть соблюдены требования по безопасности.

В связи с этим в данной статье предпринята попытка рассмотреть действующий механизм приспособления объекта культурного наследия для современного использования, как одной из основных составляющих мер по сохранению объекта культурного наследия. Так же предпринята попытка определить действующие требования по безопасности и реальные действия которые происходят по факту приспособления объекта культурного наследия, выявить необходимость в создании отдельных нормативных актов, регулирующих вопросы безопасности объектов культурного наследия.

Для того, чтобы понять, как на данный момент с правовой точки зрения происходит обеспечение безопасности при приспособлении объектов культурного наследия к современному использованию, обратимся к следующим положениям нормативно-правовых актов:

1) ст. 40 п. 1, ст. 40 п. 4 Федерального закона от 25 июня 2002 г. № 73-ФЗ «Об объектах культурного наследия (памятниках истории и культуры) народов Российской Федерации» (далее по тексту - Федеральный закон № 73-ФЗ) определено, что приспособление объекта культурного наследия для современного использования - научно-исследовательские, проектные и производственные работы, проводимые в целях создания условий для современного использования объекта культурного наследия, включая реставрацию представляющих собой историко-культурную ценность элементов объекта культурного наследия. Определено, что сохранение объекта культурного наследия - меры, направленные на обеспечение физической сохранности и сохранение историко-культурной ценности объекта культурного наследия, предусматривающие консервацию, ремонт, реставрацию, приспособление объекта культурного наследия для современного использования. Вышеназванные меры включают в себя научно-исследовательские, изыскательские, проектные и производственные работы, научное руководство проведением работ по сохранению объекта культурного наследия, технический и авторский надзор за проведением этих работ. Причем работы по сохранению объекта культурного наследия, которые затрагивают конструктивные и другие характеристики надежности и безопасности данного объекта культурного наследия, проводятся в соответствии с требованиями Федерального закон № 73-ФЗ и Градостроительного кодекса Российской Федерации.

1.1) ст. 45 Федерального закон № 73-ФЗ расширяет и в том числе еще раз закрепляет данное положение - в случае, если при проведении работ по сохранению объекта культурного наследия, включенного в реестр, или выявленного объекта культурного наследия затрагиваются конструктивные и другие характеристики надежности и безопасности объекта, указанные работы проводятся также при

наличии положительного заключения государственной экспертизы проектной документации, предоставляемого в соответствии с требованиями Градостроительнокодекса Российской Федерации, и при условии осуществления государственного строительного надзора за указанными работами и государственного надзора в области охраны объектов культурного наследия.

2) ст. 2 п. 7, ст. 2 п. 10 "Градостроительный кодекс Российской Федерации" от 29.12.2004 № 190-ФЗ (далее по тексту – Гк РФ) указывают в том числе на то, что законодательство о градостроительной деятельности и изданные в соответствии с ним нормативные правовые акты основываются на следующих принципах:

- осуществление градостроительной деятельности с соблюдением требований сохранения объектов культурного наследия и особо охраняемых природных территорий;
- осуществление градостроительной деятельности с соблюдением требований технических регламентов.

2.2) В ст. 4 (Отношения, регулируемые законодательством о градостроительной деятельности) п. 2 Гк РФ указано, что к отношениям, связанным с принятием мер по обеспечению безопасности строительства, эксплуатации зданий, сооружений, сноса объектов капитального строительства, предупреждению чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера и ликвидации их последствий при осуществлении градостроительной деятельности, нормы законодательства о градостроительной деятельности применяются, если данные отношения не урегулированы законодательством Российской Федерации в области защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера, законодательством Российской Федерации о безопасности гидротехнических сооружений, законодательством Российской Федерации о промышленной безопасности опасных производственных объектов, законодательством Российской Федерации об использовании атомной энергии, техническими регламентами.

Из содержания перечисленных положений нормативно-правовых актов можно сделать вывод о том, что:

- При использовании любой из мер направленной на обеспечение физической сохранности и сохранение историко-культурной ценности объекта культурного наследия (в частности приспособления объекта культурного наследия для современного использования) следует выполнять научно-исследовательские, изыскательские, проектные и производственные работы (производственная деятельность (в том числе строительство) (ст. 209 [4]) и/или мероприятия по реализации проекта реставрации (п. 2.1.24 [5]).

- Если предполагается/определено, что при проведении работ затрагиваются конструктивные и другие характеристики надежности и безопасности данного объекта культурного наследия, научно-исследовательские, изыскательские, проектные и производственные работы следует проводить в соответствии с требованиями Федерального закон № 73-ФЗ и ГкРФ

- Причем при наличии технических регламентов, которые регулируют какие-либо градостроительные отношения (в том числе связанным с принятием мер по обеспечению безопасности строительства) следует в обязательном порядке учитывать главным образом положения данных технических регламентов.

Федеральным законом от 30.12.2009 № 384-ФЗ «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений» (далее 384-ФЗ) введена статья 5.1 Федерального закона от 27.12.2002 № 184-ФЗ «О техническом регулировании» в которой обозначено, что особенности технического регулирования в области обеспечения безопасности зданий и сооружений устанавливаются Федеральным законом «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений».

Согласно ст.3, ст. 5 п.2 384-ФЗ объектом технического регулирования являются здания и сооружения любого назначения (в том числе входящие в их состав сети инженерно-технического обеспечения и системы инженерно-технического обеспечения), а также связанные со зданиями и с сооружениями процессы проектирования (включая изыскания), строительства, монтажа, наладки, эксплуатации и утилизации (сноса); безопасность зданий и сооружений, а также связанных со зданиями и с сооружениями выше обозначенных процессов обеспечивается посредством соблюдения требований 384-ФЗ и *требований стандартов и сводов правил*, включенных в указанные в 384-ФЗ перечни, или требований специальных технических условий.

В настоящее время действует Перечень национальных стандартов и сводов правил (частей таких стандартов и сводов правил), в результате применения которых на обязательной основе обеспечивается соблюдение требований Федерального закона 384-ФЗ. Данный перечень утвержден Постановлением Правительства РФ № 1521 от 26.12.2014 г. (Далее – обязательный перечень по Постановлению Правительства РФ № 1521).

Следует заметить, что ни один из национальных стандартов Российской Федерации в сфере сохранения объектов культурного наследия (письмо Министерство культуры Российской Федерации от

27 августа 2015 года N 280-01-39-ГП), которыми руководствуются при проведении работ по сохранению объектов культурного наследия, в данный перечень не входит, что означает отсутствие обязательности их применения.

Письмом Министерство культуры Российской Федерации от 24 марта 2015 года N 90-01-39-ГП разъяснило порядок проведения и приемки работ по сохранению объекта культурного наследия, при которых затрагиваются конструктивные и другие характеристики надежности и безопасности такого объекта. В данном письме вводится понятие акта определения влияния видов работ на конструктивные и другие характеристики надежности и безопасности объекта культурного наследия. Данный акт до начала проектных работ должна подготовить проектная организация, которая имеет действующую лицензию на осуществление деятельности по сохранению объектов культурного наследия. При составлении акта необходимо учитывать информацию о физическом состоянии объекта культурного наследия, отраженную в акте технического состояния объекта культурного наследия к охранному обязательству собственника или иного законного владельца. Обоснованное решение о влиянии видов работ на конструктивную надежность и безопасность объекта культурного наследия принимает государственный заказчик (застройщик, технический заказчик) по представлению проектной организации, осуществляющей подготовку проектной документации на проведение работ по сохранению объекта культурного наследия. Приказом от 8 сентября 2015 года N 182 управление Ставропольского края по сохранению и государственной охране объектов культурного наследия

утвердило форму акта технического состояния объекта культурного наследия и порядка его составления.

Исходя из информации содержащихся в выше обозначенных письмах и приказе можно сделать вывод о том, что:

- государственный заказчик должен соответствовать застройщику, техническому заказчику, а именно в соответствии с Градостроительным кодексом Российской Федерации иметь членство в саморегулируемой организации в области инженерных изысканий, архитектурно-строительного проектирования, строительства, реконструкции, капитального ремонта, сноса объектов капитального строительства.

- Утверждения, что на конструктивную надежность и безопасность объекта культурного наследия будут влиять какие-либо производимые работы - недостаточно. Согласно 384-ФЗ требуется утверждение, что состояние строительных конструкций и основания здания или сооружения, при котором отсутствует недопустимый риск, связанный с причинением вреда жизни или здоровью граждан, имуществу физических или юридических лиц, государственному или муниципальному имуществу, окружающей среде, жизни и здоровью животных и растений вследствие разрушения или потери устойчивости здания, сооружения или их части – определенная как механическая безопасность. Раздел ГОСТ 31937-2011 «Здания и сооружения. Правила обследования и мониторинга технического состояния» полностью включен в обязательный перечень по Постановлению Правительства РФ № 1521. Согласно данному разделу обозначенный стандарт является нормативной основой для контроля степени механической безопасности и осуществления проектных работ по повышению степени механической безопасности зданий и сооружений; стандарт так же регламентирует требования к работам и их составу по получению информации, необходимой для контроля и повышения степени механической безопасности зданий и сооружений. Данным стандартом охвачено проведение работ по мониторингу и обследованию технического состояния зданий или сооружений для различных целей.

В соответствии со подпунктом 14 пункта 2 статьи 33 Федерального закона №73-ФЗ государственная охрана объекта культурного наследия (далее – ОКН) включает в себя, в том числе обследование и фотофиксацию один раз в пять лет состояния объектов культурного наследия, включенных в реестр, в целях определения мероприятий по обеспечению их сохранности. Но, действующее законодательство не содержит требований по установлению порядка обследования и фотофиксации состояния ОКН проводимых в соответствии со подпунктом 14 пункта 2 статьи 33 Федерального закона №73-ФЗ, что не позволяет эффективно планировать мероприятия в области охраны ОКН, включая контроль за состоянием объектов культурного наследия [6]. Следовательно, обследование объектов культурного наследия, в частности зданий или сооружений должным образом не проводится.

В заключение можно сказать, что законодательством должны быть четко зафиксированы критерии по определению влияния проведения, изыскательских, проектных, производственных и даже научно-исследовательских работ на ОКН. Ведь если, на любом этапе данных работ будет, осуществлено нарушение законодательства – это может привести не только к утрате ОКН (или его части) как объекта, обладающего уникальными ценностями, но и к возникновению опасности, угрожающей жизни и здоровью людей. Кроме того, становится ясно, что в целях определения состояния зданий и сооружений ОКН должно быть проведено их обследование в соответствии с действующим законодательством. Дополнительно требуется закрепление на законодательном уровне требований по установлению порядка обследования состояния ОКН. Именно по завершении данного обследования, получения необ-

ходимой информации о степени влияния зданий и сооружений, находящихся в активной/современной среде жизнедеятельности человека, возможно, планировать мероприятия по обеспечению сохранности ОКН, а также делать выводы о соблюдении требования по безопасности.

Список использованных источников

1. Сергеев А.П. Гражданско-правовая охрана культурных ценностей в СССР. Л., 1990. С. 20—21, 34—36; Михайлова Н.В. Государственно-правовая охрана историко-культурного наследия России во второй половине XX века. М., 2001. С. 18.
2. Дьячков А.Н. Памятники истории и культуры в системе предметного мира культуры // Памятник и современность: Вопросы освоения историко-культурного наследия / [ред.-сост. П.В. Боярский]. М., 1987. С. 52; Боярский П.В. Введение в памятниковедение. М., 1990. С. 17—60.
3. Лавров, В.В. Актуальные проблемы охраны и использования объектов природного и культурного наследия: учебное пособие для магистратуры / В.В. Лавров. — Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский юридический институт (филиал) Академии Генеральной прокуратуры Российской Федерации, 2016. — 64 с.
4. Федеральный закон «Трудовой кодекс Российской Федерации» от 30.12.2001 N 197-ФЗ (ред. от 24.04.2020). Доступ из справочно-правовой системы «Консультант Плюс».
5. ГОСТ Р 56891.1-2016 «Сохранение объектов культурного наследия. Термины и определения. Часть 1. Общие понятия, состав и содержание научно-проектной документации». Доступ из справочно-правовой системы «Консультант Плюс».
6. Бюллетень Счетной палаты Российской Федерации №6 (258)/ 2019; Отчет о результатах контрольного мероприятия «проверка обоснованности объемов субвенций и их распределения на осуществление переданных российской федерацией полномочий по государственной охране объектов культурного наследия федерального значения, предоставленных в 2015–2018 годах из федерального бюджета бюджетам субъектов российской федерации» утвержден Коллегией Счетной палаты Российской Федерации 12 марта 2019 года; <http://audit.gov.ru/statements/byulleten-schetnoj-palaty-6-iyun-2019-g-954>
7. Федеральный закон «Об объектах культурного наследия (памятниках истории и культуры) народов Российской Федерации от 25 июня 2002 г. № 73-ФЗ. Доступ из справочно-правовой системы «Консультант Плюс».
8. Гражданский кодекс Российской Федерации (часть первая) от 30 ноября 1994 г. № 51-ФЗ. Доступ из справочно-правовой системы «Консультант Плюс».
9. «Градостроительный кодекс Российской Федерации» от 29.12.2004 N 190-ФЗ (ред. от 24.04.2020). Доступ из справочно-правовой системы «Консультант Плюс».
10. Федеральный закон "Технический регламент о безопасности зданий и сооружений" от 30.12.2009 N 384-ФЗ (последняя редакция). Доступ из справочно-правовой системы «Консультант Плюс».
11. «Конституция Российской Федерации». Доступ из справочно-правовой системы «Консультант Плюс».

УДК 67.01: Общие вопросы строительства

67.01.11: Современное состояние и перспективы развития

К ВОПРОСУ О ПРОБЛЕМАХ СОХРАНЕНИЯ И ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ОБЪЕКТОВ КУЛЬТУРНОГО НАСЛЕДИЯ В НАСТОЯЩЕЕ ВРЕМЯ

Гостев В.А.

*ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», магистрант
e-mail: vogos29@rambler.ru*

Проблема сохранения и использования объектов культурного наследия в настоящее время является актуальной как на федеральном, так и на региональном и муниципальном уровнях. Ведь объекты культурного наследия составляют неотъемлемую часть нашей истории.

Любые потери природного и культурного наследия неизбежно отразятся на всех областях жизни нынешнего и будущих поколений, приведут к духовному оскудению, разрывам исторической памяти, обеднению общества. Они не могут быть компенсированы ни развитием современной культуры, ни созданием новых значительных произведений. Сохранение природного и историко-культурного на-

следования нашей страны — важнейшая задача российского общества и государства. Конституция Российской Федерации гарантирует право каждого гражданина на участие в культурной жизни и пользование учреждениями культуры, на доступ к культурным ценностям. Но при этом в соответствии с ч. 3 ст. 44 Конституции Российской Федерации каждый обязан заботиться о сохранении исторического и культурного наследия, беречь памятники истории и культуры [1].

Проблемы, возникающие при сохранении и использовании объектов культурного наследия – это комплексная проблема, для решения которой необходима совместная работа органов государственной власти, бизнеса, общественности и профессионального сообщества.

Вследствие того, что большинство объектов культурного наследия имеют достаточно сложный типологический состав, фактически одновременно являясь:

- уникальными ценностями;
- недвижимым имуществом (здания, сооружения);
- объектами градостроительной деятельности;

в настоящее время при сохранении и использовании объектов культурного наследия возникает множество проблем. Эти проблемы различны и занимают огромный массив трудных вопросов. Данные вопросы располагаются в очень широком спектре – от финансовых и технических до моральных и правовых.

И здесь первым возникает вопрос финансирования данной сферы. Из-за того, что долгие годы не существовало системной государственной политики в отношении сохранения и использования объектов культурного наследия, многие из них существенно разрушились, а другие просто исчезли. При способности объектов культурного наследия к современному использованию зачастую предполагает колоссальные затраты и бюджет не каждого региона, а тем более муниципалитета способен выдержать такие финансовые затраты. Поэтому государственное финансирование, государственно-частное партнерство, а также участие средств негосударственных организаций и благотворителей, широкой общественности очень важно для сохранения исторического наследия.

К сожалению, на сегодняшний момент отсутствуют исследования, посвященные проблеме эффективного управления финансированием работ по охране, реставрации и приспособлению объектов культурного наследия к современным экономическим условиям. Отсутствуют методики расчета цены объекта культурного наследия, которая будет не только покрывать все расходы на реставрацию и переоснащение, но и принесет прибыль инвестору, превышающую в несколько раз прибыль от постройки нового здания.

По-прежнему продолжают существовать проблемы правового характера в отношении использования объектов культурного наследия, несмотря на попытки правового урегулирования данной сферы, а именно: принятие Федерального закона от 25.06.2002 N 73-ФЗ «Об объектах культурного наследия (памятниках истории и культуры) народов Российской Федерации» (далее - 73-ФЗ). Согласно данному закону - приспособление объекта культурного наследия для современного использования является одним из способов его сохранения.

Действующее законодательство не ограничивает характер использования объекта культурного наследия (за исключением тех видов использования, которые могут причинить вред объекту). Несмотря на отсутствие ограничений в функциональном назначении объекта культурного наследия, важно верно его определить, поскольку приспособление объектов культурного наследия оказывает влияние на развитие города, эмоции горожан. На данный момент сформировались композиционные подходы, влияющие на качество восприятия сохраняемой и изменяемой частей памятника. Но при этом не существует ясного понимания границ между приспособлением объекта культурного наследия для современного использования как способа его сохранения и приспособлением, способствующим утрате ценности объекта [2].

Например, один и тот же объект может использоваться по-разному, выполняя несколько функций. Перепрофилированию подвергаются в ходе реконструкции, как правило, индустриальные объекты, представляющие собой историческую ценность. Одним из популярных направлений изменения первоначального функционала объектов культурного наследия является их музеефикация. Музеефицируются дворцы, усадьбы, квартиры и др. (Здесь ярким и успешным примером может служить Музейный комплекс «Усадьба Асеевых» в г.Тамбове, ставший филиалом всемирно известного Петергофа).

Все эти, а также другие виды работ по использованию, объектов культурного наследия неизменно связаны с проблемой собственности. В качестве примера можно привести, каким долгим и непростым был процесс передачи собственности МК «Усадьба Асеевых». Реконструкция дома Асеева началась после большого скандала. Являясь памятником архитектуры федерального значения, он каким-то образом попал из пользования Тамбовского кардиологического санатория в собственность одной коммерческой структуры, которая выставила здание на торги. Планировалось, что в здании откроется уве-

селительное заведение или ресторан. Сложно поверить, но это могло произойти вполне легально и в рамках действующей на тот момент редакции 73-ФЗ. Хорошо, что общественность взволновалась, начали отправляться письма и обращения во все инстанции. В итоге, история с продажей усадьбы дошла до администрации президента, и здание сняли с торгов. И только спустя долгие бюрократические процедуры и благодаря финансированию Министерства культуры РФ, софинансированию из регионального и местного бюджетов появился действующий на сегодняшний день музейный комплекс «Усадьба Асеевых».

Таким образом, несложно представить насколько актуальны и значимы проблемы, связанные с совершенствованием правового регулирования использования объектов культурного наследия, решением имущественных вопросов в масштабах всей страны. Тем более, что учет, контроль, госнадзор со стороны контролирующих органов остается крайне сложным до сих пор. Ведь объекты культурного наследия и в настоящее время могут свободно отчуждаться и переходить от одного собственника к другому без их обязательного уведомления. Зачастую новые владельцы объектов культурного наследия не в состоянии обеспечить выполнение требований охранного обязательства в силу недостаточных знаний правовых норм и требований, другие же в целях скорейшего получения прибыли пытаются минимизировать свои расходы, ищут пути обхода жестких ограничений, накладываемых законодательством об охране памятников.

Как правило, такой «безразличный» или «потребительский» подход может привести к серьезному ущербу ценного объекта. Решить эту проблему может только неукоснительный надзор за соблюдением охранных обязательств со стороны органов государственной и муниципальной власти, осуществление мер по повышению правовой грамотности собственников объектов культурного наследия, введение новых экономических стимулов для инвесторов, заинтересованных в реконструкции памятников и сохранении их исторического облика, а также ужесточение законодательства в отношении недобросовестных собственников объектов культурного наследия.

Как видим, приватизация накладывает серьезные обязательства на нового собственника. Необходимо обеспечить общий доступ к данному объекту, сохранение неизменности их внешнего облика и т.д., но с учетом требований охранного обязательства. Тем не менее, приватизация объектов культурного наследия добросовестными владельцами, разрешенная российским законодательством, может решить проблему их реставрации и дальнейшего использования, облегчить финансирование работ, возложенное на государство и местные бюджеты. Необходимо более широко использовать потенциал и ресурсы государственно-частного партнерства. В то же время более тщательно проработать законодательную, экономическую базу, регулиующую данное взаимодействие в целях сохранения и использования объектов культурного наследия.

В этой связи острой проблемой является оценка стоимости памятника архитектуры, ставшего объектом купли-продажи. Здесь накладывается множество материальных и нематериальных факторов: историческая, мемориальная, художественная ценность здания, затраты на реставрацию и ремонт, степень износа и наличие обременений, коммерческий потенциал здания и др. К сожалению, вопрос определения объективной цены недвижимых объектов культурного наследия остается в настоящее время недостаточно урегулированным и ясным, так как отсутствуют системные методики их оценки.

Так же достаточно сложно понять, как именно осуществляется обеспечение безопасности при взаимодействии человека с объектами культурного наследия. Многие здания и сооружения, являющиеся объектами культурного наследия, в большинстве своем представлены объектами недвижимости, с которыми происходит постоянное взаимодействие человека. Большинство данных зданий и сооружений находится в активной/современной среде жизнедеятельности человека в которой должны быть соблюдены требования по безопасности. Но в связи с тем, что нормативная база в области сохранения объектов культурного наследия сформирована не в полном объеме [3] проблематично получение необходимой информации о степени влияния зданий и сооружений, находящихся в активной/современной среде жизнедеятельности человека.

Тем не менее нельзя не отметить успехи и предпринимаемые в последнее время усилия со стороны органов государственной, региональной и муниципальной власти по сохранению и использованию культурного наследия. Появляется понимание, что они могут служить новым экономическим и туристическим ресурсом и что каждая потеря культурного наследия приводит к необратимым последствиям для всего общества. Данные потери невозможно, чем-либо компенсировать или восполнить. В этой связи особенно важно и своевременно, что Тамбовский государственный технический университет предлагает обучение по магистерской программе «Проектирование и исследование объектов культурного наследия» в рамках направления «Реконструкция и реставрация архитектурного наследия», и сможет подготовить специалистов, для которых профессиональным долгом станет защита и сохранение объектов культурного наследия.

Список использованных источников

1. Лавров, В. В. Актуальные проблемы охраны и использования объектов природного и культурного наследия : учебное пособие для магистратуры / В.В. Лавров. — Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский юридический институт (филиал) Академии Генеральной прокуратуры Российской Федерации, 2016. — 64 с.
2. Бердюгина Ю.М. Критерии приспособления объекта культурного наследия для современного использования; Академический вестник УРАЛНИИПРОЕКТ РААСН; 1/2018
3. Бюллетень Счетной палаты Российской Федерации №6 (258)/ 2019; Отчет о результатах контрольного мероприятия «проверка обоснованности объемов субвенций и их распределения на осуществление переданных российской федерацией полномочий по государственной охране объектов культурного наследия федерального значения, предоставленных в 2015–2018 годах из федерального бюджета бюджетам субъектов российской федерации» утвержден Коллегией Счетной палаты Российской Федерации 12 марта 2019 года; <http://audit.gov.ru/statements/byulleten-schetnoj-palaty-6-iyun-2019-g-954>
4. Президент распорядился сохранить дом-музей Асеева в Тамбове; <https://www.kommersant.ru/doc/2370964>
5. Федеральный закон «Трудовой кодекс Российской Федерации» от 30.12.2001 N 197-ФЗ (ред. от 24.04.2020). Доступ из справочно-правовой системы «Консультант Плюс».
6. Федеральный закон «Об объектах культурного наследия (памятниках истории и культуры) народов Российской Федерации от 25 июня 2002 г. № 73-ФЗ. Доступ из справочно-правовой системы «Консультант Плюс».
7. Гражданский кодекс Российской Федерации (часть первая) от 30 ноября 1994 г. № 51-ФЗ. Доступ из справочно-правовой системы «Консультант Плюс».
8. «Градостроительный кодекс Российской Федерации» от 29.12.2004 N 190-ФЗ (ред. от 24.04.2020). Доступ из справочно-правовой системы «Консультант Плюс».
9. Федеральный закон "Технический регламент о безопасности зданий и сооружений" от 30.12.2009 N 384-ФЗ (последняя редакция). Доступ из справочно-правовой системы «Консультант Плюс».
10. «Конституция Российской Федерации». Доступ из справочно-правовой системы «Консультант Плюс».

ВЛИЯНИЕ ОРГАНИЧЕСКОГО И СТАЛЬНОГО ФИБРОВЛОКНА НА ПРОЧНОСТНЫЕ СВОЙСТВА ЦЕМЕНТНОГО БЕТОНА

Альджабуи Д.З.,

*ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», аспирант кафедры «Конструкции зданий и сооружений»
Aljaboobi2014@yahoo-com*

Крюкова А.А.,

*ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», студент кафедры «Городское строительство и автомобильные науки»
anghielina_kriukova@mail.ru*

Ярцев В.П.

*ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», доктор технических наук, профессор кафедры «Конструкции зданий и сооружений»
kzis@nnn.tstu.ru*

Аннотация. Представлены результаты исследования прочности бетонных образцов с арматурой из стальных и полипропиленовых волокон при центральном одноосном сжатии и растяжении.

Данные характеристики определялись после нормального набора прочности бетонов В15-В в течение 3; 7 и 28 суток. По результатам испытания построены зависимости напряжения от деформации согласно ГОСТ 10060-2012.

Ключевые слова: бетон; стальное волокно; полимерное волокно; напряжение сжатия и растяжения; реактивный порошковый бетон.

В настоящее время для полимерной арматуры в качестве связующего чаще всего используют дорогостоящую эпоксидную смолу марки ЭД20. Однако, в результате теоретических и практических исследований возможно снижение себестоимости композитной арматуры при сохранении ее эксплуатационных свойств за счет замены эпоксидной смолы на более дешевое связующее или многокомпонентную смесь смол. В случае снижения прочностных или других механических характеристик композитной арматуры в связующее могут быть добавлены наночастицы [1, 2].

В работе изучено влияние вида и объемной доли волокон на механические свойства цементного бетона [3].

а)



б)



Рисунок 1 – Стальные (а) и полипропиленовые (б) волокна

Образцы готовили из смеси реактивного порошкового бетона (РПБ) наполненного стальными (рисунок 1) или полипропиленовыми волокнами (рисунок 2). Стальные волокна вводили в количестве 1; 1,5 и 2% по массе; волокна из полипропилена в количестве 0,75, 1 и 1,25% по массе.

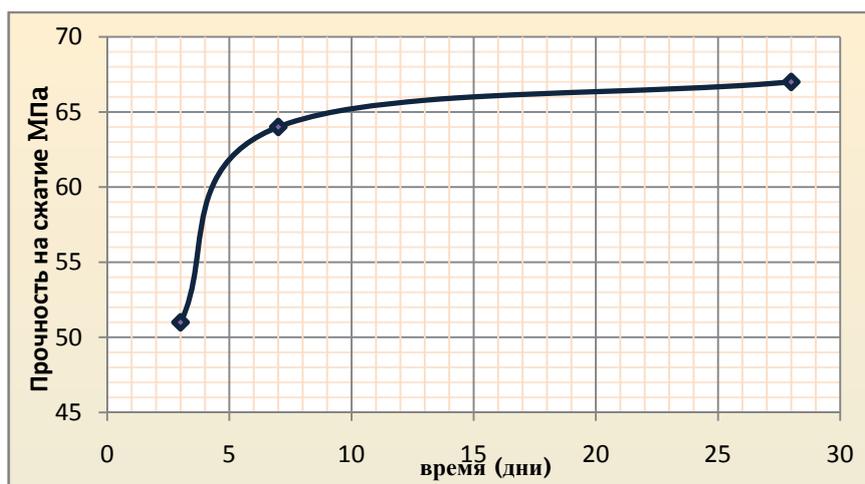


Рисунок 2 – Прочность при сжатии от времени твердения для РПБ с 0.25% П.В

Образцы для испытаний при одноосном сжатии изготавливали в виде куба $50 \times 50 \times 50$ мм, а при поперечном изгибе цилиндра $\varnothing 75 \times 150$ мм. Последние испытывали для выявления полного соотношения сжимающего и растягивающего напряжения.

Основные характеристики волокон приведены в таблицах 1 и 2.

Таблица 1

Характеристики стальных волокон

Тип стального волокна	Удельный вес (кг/м ³)	Длина волокна (мм)	Диаметр волокна (мм)	Предел прочности (МПа)	Модуль упругости (МПа)
прямой	7800	13	0,18	1800	210

Таблица 2

Характеристики полипропиленовых волокон

Составляющие	Длина волокна (мм)	Диаметр волокна (мк)	Площадь поверхности м ² /кг	Предел прочности (МПа)	Модуль упругости (МПа)
Полимеризованный полипропилен	12	18	230	320-400	3500-3900

Испытания на сжатие проводили после твердения в течение 3,7 и 28 суток на машине Avery-Dension 2000 кН. Скорость нагрузки для всех испытаний установлена на уровне 1,0 МПа в секунду. Эта скорость выше, чем скорости, рекомендованные в ASTM C109. Увеличение скорости нагрузки необходимо для уменьшения времени испытания всех образцов. Испытания при различных скоростях нагружения показали отсутствие неблагоприятного влияния скорости нагрузки на полученные результаты [4]. В качестве примера на рисунке 2 показана зависимость напряжения от времени твердения [4]. Экспериментальные результаты испытаний представлены в таблице 3.

Таблица 3

Результаты испытаний на прочность при сжатии и растяжении

	Процент волокна (массовый)	При сжатии, МПа			При растяжении
		Время твердения (сутки)			
		3 суток	7 суток	28 суток	28 суток
Полипропиленовое волокно	0.25	51	64	67	7.1
	0.5	55	69	72	7.9
Стальное волокно	1	54.48	68.67	86	11.45
	1.5	62	71	104	12.76

По результатам выполненных исследований можно сделать следующие выводы:

1. Смеси РПБ с полипропиленовыми волокнами набирают эксплуатационную прочность в течение 7-10 суток.
2. Смесь РПБ со стальными волокнами (1,5%) близка к эталонной смеси.
3. Все исследованные смеси РПБ, набирают большой процент прочности в раннем возрасте бетона.

Список использованных источников

1. Аль-Шиблави, К.А. Исследование свойств стеклокомпозитной арматуры и ее сцепление с бетоном / К.А. Аль-Шиблави, В.П. Ярцев, В.Ф. Першин // Строительные материалы, оборудование, технологии XXI века. – 2018. - №11-12. – С. 42-44.
2. Al-Shiblawi K.A. Modification of epoxy resin using grapheme / K.A. Al-Shiblawi, V.F. Pershin, V.P. Jarcev, T.V. Pasko // AIP Conference Proceedings. - 2018. Vol.2041. – P. 020015.
3. Мулин Н.М. Стержневая арматура железобетонных конструкций. // Н.М. Мулин – М., Стройиздат, 1974 – с. 196-203.
4. F. Labib, A.D. Edwards. An analytical investigation of cracking in concentric and eccentric reinforced concrete tehsion members // Proceedings of the Institution of Civil Engineers. – 1978. – Vol. 65. – № 1. – P. 53-70.
5. CAN/CSA-S6-02, Design and Construction of Building Components withDiber-Reinforced Polymers, Canadian Standards Association, 2002.

УДК622.973.6

67.09.33: Бетоны. Железобетон

К ВОПРОСУ ПОВЫШЕНИЯ ТРЕЩИНОСТОЙКОСТИ ДОРОЖНЫХ ЦЕМЕНТОБЕТОННЫХ ПЛИТ ДЛЯ АРКТИЧЕСКИХ ЗОН

Трофимов В.И.

*ФГБОУ «Тверской государственный технический университет», доцент кафедры
«Производство строительных изделий и конструкций»
e-mail: vitrofa@mail.ru*

Джабаров А.С.

*ФГБОУ «Тверской государственный технический университет», магистрант
e-mail: volnik_amir@mail.ru*

Лёушкин В.Ю.

*ФГБОУ «Тверской государственный технический университет», магистрант
e-mail: vitalik@yandex.ru*

Известно, что большая часть дорожного покрытия, особенно, на Севере выполняется из преднапряженных железобетонных плит. Однако, суровые климатические условия, повышенные нагрузки, а также повсеместное распространение структурно неустойчивых пылеватых грунтов, на которые приходится укладывать дорожные плиты, приводит к их преждевременному разрушению [1].

Такшироко применяются дорожные плиты типа ПД, ПДП, ПДН и др. с напряженной и ненапряженной арматурой, обладающие при этомвысокой несущей способностью: 20-25 тн, 30-50 тн, которыеиспользуются для эксплуатации тяжелой колесной и гусеничной техникой. Однако их работа в сложных природно-климатических условиях приводит к большому износу [2].

С целью предотвращения негативных процессов разрушения дорожных плит используют различные технологии, в частности, армирующие прослойки из геополимеров в их основании. Это позволяет несколько предотвратить хрупкое разрушение плиты. Начало процесса трещенообразования отодвигается, значительно удлиняя срок службы дорожного покрытия. Однако вопрос надежной работы железобетонных плит при повышенных динамических нагрузках и при ихработе в суровых природно-климатических условиях до настоящего времени остается полностью не решенным.

В последнее время в строительной отрасли все шире начинают применять высококачественные бетоны, в частности, дисперсно армированные бетоны. Такие бетоны особенно востребованы в строительстве дорог и аэродромов, а также при возведении уникальных мостов, зданий и других сооружений, особенно работающих в сложных природно-климатических условиях и требующих применения

бетонов повышенной прочности – повышенной сопротивляемости трещинообразованию. Поэтому дисперсное армирование бетона можно рассматривать, как эффективное средство повышения его прочности при растяжении для предотвращения развития процесса образования трещин на всех уровнях его структуры. При этом дисперсное армирование позволяет повысить также водонепроницаемость и морозостойкость, а также улучшить ряд других важных свойств бетона [3].

Ранее нами были выполнены исследования по повышению надежности работы цементобетонных дорог с применением известной технологии непрерывного и дисперсного армирования бетонной матрицы, но с использованием новых материалов [4].

Было предложено использовать метод комбинированного армирования, включающего непрерывное и дисперсное армирование бетонной матрицы композитными сетчатыми элементами с учетом использования методики полиармирования. Выполнены испытания мелкозернистого бетона с включением новой композитной фибры в виде микросеток, полученных из отходов производства. Наибольший эффект от комбинированного армирования был получен при использовании композитных микросеток двух видов: длинных и коротких [4].

На данном этапе исследований были продолжены работы по оценке влияния фактора полиармирования на прочностные и деформационные свойства дорожного фибробетона. В качестве фибры использовались высокомодульные композитные микросетки и низко модульные полипропиленовые волокна.

При испытании образцов на сжатие было отмечено, что образцы без содержания фиброволокон разрушались хрупко, что можно объяснить отсутствием фактора структурного упрочнения бетонной матрицы (рисунок 1а). В тоже время образцы, армированные композитными и полипропиленовыми фиброволокнами, разрушались без проявления характерного хрупкого деформирования и оставались визуально целыми (рисунок 1б).

а)

б)

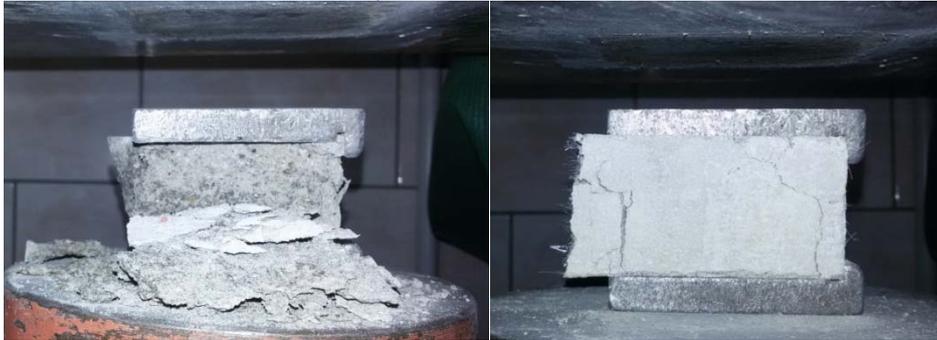


Рисунок 1. Вид разрушенных бетонных образцов: а) - без включения фиброволокон; б) – с включением фиброволокон

Согласно полученным результатам испытаний, построены графики (и аппроксимированы) зависимости прочности на растяжение при изгибе и зависимости прочности на сжатие от общего содержания композитных микросеток и полипропиленовых фиброволокон (рисунок 2).

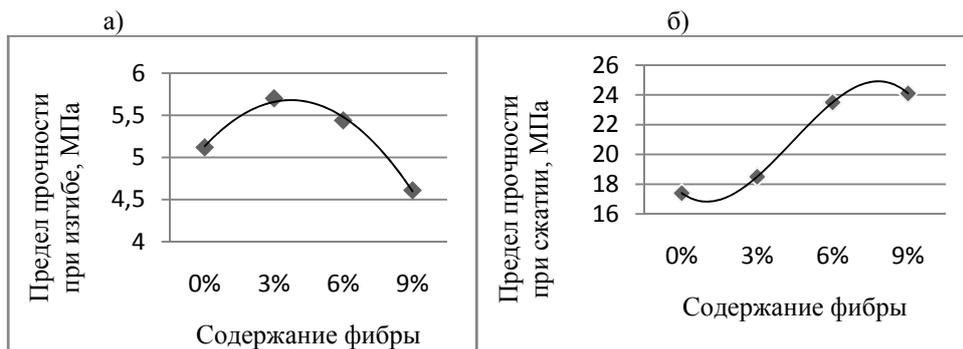


Рисунок 2. Графики зависимости предела прочности – а) при изгибе – б) и сжатии от комплексного содержания фибры

Испытание образцов на растяжение при изгибе показали наибольшую прочность у образцов с составом, содержащих 3 и 6 % комплексных волокон (рисунок 2а). Относительно малую прочность, полученную у образцов без содержания фибры можно объяснить отсутствием армирующего эффекта. Образцы с составом, содержащего 9 % волокон, имеют переармированную структуру, поэтому такой

вид структуры приводит к снижению однородности бетонной матрицы и плотности, следовательно, и предела прочности на растяжение при изгибе.

С увеличением количества волокон в составе образцов в пределах 6 % повышается и прочность на сжатие, что связано с усилением структурных связей бетонной матрицы фибробетона (рисунок 2б). Однако дальнейшее увеличение процентного содержания комплексной фибры приводит к выполаживанию кривой, что говорит о снижении структурной прочности бетонной матрицы. С увеличением количества волокон в составе образцов снижается плотность, это связано с тем, что композитные микросетки и полипропиленовые волокна имеют низкую плотность, чем бетонная матрица. При увеличении их количества в бетоне общая плотность снижается, что особенно сказывается при содержании фибры более 6 %.

В целом были получены положительные результаты испытаний модельных образцов, изготовленных из цементобетона, дисперсно армированного новой жесткой полимеркомпозитной фиброй повышенного сцепления - микросетками с учетом технологии полиармирования и показавших улучшенные деформативные свойства, что и обеспечило повышенную трещиностойкость бетона. Выявленный положительный эффект структурного упрочнения с проявлением лучших деформативных свойств от использования новой фибры в виде микросеток с методикой полиармирования позволяют рекомендовать их к изготовлению дорожной плиты повышенной трещиностойкости – повышенной долговечности. Применение в дорожном строительстве новой дорожной плиты позволит снизить влияние фактора хрупкое разрушение плиты, тем самым снизить риск возникновения аварийных ситуаций, повысить несущую способность плиты за счет повышенной сопротивляемости изгибным деформациям нижнего пояса плиты и использовать общепринятую технологию формирования дорожных плит.

В заключение можно сказать, что в ходе выполненных исследований было выявлено, что комплексное использование композитной и полипропиленовой фибры, изготовленные в форме микросеток и чистого волокна, и введенные в состав бетона по методике полиармирования, доказало эффективность их использования. Было выявлено оптимальное содержание комплексной фибры в бетоне, которое составило 6 %. При таком содержании комплексной фибры наблюдается максимум прочности бетона при изгибе и сжатии. Результаты дополнительных испытаний показали, что бетон, армированный комплексной фиброй, отличается повышенной трещиностойкостью и при этом не теряет своих прочностных свойств даже при водонасыщении.

Список использованных источников

1. Ремнев, В.В. Арктическая зона России: перспективы применения новых материалов и технологий для строительства аэродромов и автомобильных дорог / Транспортная стратегия – XXI век. № 23 (4), 2013. – С. 40-42.
2. Ушаков, В.В. Усиление цементобетонных покрытий автомобильных дорог / В.В. Ушаков, В.С. Агеев. Транспортное строительство. № 2, 2007. - С. 29-30.
3. Рабинович, Ф.Н. Композиты на основе дисперсно армированных бетонов. Вопросы теории и проектирования, технология, конструкции: монография / Ф.Н. Рабинович. – М.: Изд-во АСВ, 2004. – 560с.
4. Трофимов, В.И. Линейное и дисперсное армирование дорожного бетона композитными сетками / В.И. Трофимов, А.С. Джабаров, В.Ю. Лёушкин // Материалы 6-ой межд. научно-практ. конф.: Устойчивое развитие региона: Архитектура, строительство, транспорт Тамбов, ТГТУ: Изд-во Першина Р.В., 2019. – С. 494-497.

БЕТОННЫЕ СМЕСИ НА ОСНОВЕ НИЗКОКАЛЬЦИЕВЫХ ЗОЛ-УНОСА**Изотов Е.А.,***ФГБОУ ВО «Тульский государственный университет», магистрант,
e-mail: pz-gbi@ya.ru***Рябов Г.Г.,***ФГБОУ ВО «Тульский государственный университет», доктор технических наук, профессор кафедры
«Строительство, строительные материалы и конструкции»
e-mail: ryabov-tsu@mail.ru*

В результате работы тепловых станций, при сжигании угля, образуется побочный материал – зола-уноса. Для улучшения реологических свойств бетонных смесей, экологической обстановки и получения экономической выгоды, широко применяют золы в бетонных смесях [2].

В данной работе рассматривается возможность использования золы-уноса Черепетской ГРЭС (Тульская область, город Суворов) при производстве железобетонных изделий. В бетонных смесях, часть цемента, замещается золой-уноса.

В экспериментах применялись следующие материалы:

1) Портландцемент ЦЕМ I 42,5Н по ГОСТ 31108-2016, филиал ООО «ХайдельбергЦемент Рус» в п. Новогуровский.

- класс прочности, МПа: 42,5;

- средняя активность цемента в возрасте 2 суток, МПа: 28,7.

2) Зола-уноса марки КУК-4 по ГОСТ 25818-2017. Черепетская ГРЭС имени Д. Г. Жимерина, г. Суворов.

- содержание кремния (SiO_2): 51,44 %;

- содержание кальция (CaO): 4,78 %.

3) Щебень (песчаник) по ГОСТ 8267-93. Обуховское месторождение, Ростовская область.

- фракция, мм: 5-20;

- содержание пылевидных и глинистых частиц, % по массе: 0,46;

- марка щебня по дробимости: 1200;

- марка щебня по истираемости: И-1;

- марка по морозостойкости: F200;

- насыпная плотность, т/м^3 : 1,42.

4) Песок по ГОСТ 8736-2014. Воровое месторождение, Калужская область.

- класс, группа: 2 кл; гр. «Мелкий»;

- модуль крупности: 1,71;

- полный остаток на сите № 063, %: 10,28;

- содержание глинистых и пылевидных частиц, %: 1,12.

5) Добавка DAO EZCON HPS 13 по ТУ 5745-001-39006088-2014. ООО «Центр Современных Решений», г. Самара. Суперпластифицирующая и суперводоредуцирующая добавка для бетонов средних классов по прочности.

- плотность 1,105 г/см^3 .

6) Вода для бетонов и строительных растворов по ГОСТ 23732-2011.

В лабораторных условиях, для сравнения прочности на сжатие, были изготовлены бетонные образцы кубики следующих рецептур:

1) В30 контрольный состав;

2) В30, с замещением 15 % цемента – золой-уноса;

3) В30, с замещением 10 % цемента – золой-уноса.

Класс бетона по прочности на осевое сжатие – В30, подвижность бетонной смеси – П2.

Для каждого состава заформовано по 4 кубика, размерами 100×100×100 мм. Образцы подверглись тепловлажностной обработке в камере ямного типа. Режим ТВО – 3 + 5 + 3. Температура ТВО – 80 °С.

При производстве железобетонных изделий очень важны распалубочная прочность и набор прочности в первые сутки, поэтому кубики испытаны в возрасте 1, 3, 4, 5 суток, после извлечения из камеры.

Составы испытываемых бетонных смесей сведены в таблицу 1, а полученные результаты – в таблицу 2. Данные обрабатываются в программном комплексе «Excel 2007».

Таблица 1

Составы бетонных смесей на 1 м³

Материалы	Составы	В30 контрольный состав	В30, с замещением 15 % цемента – золой-уноса	В30, с замещением 10 % цемента – золой-уноса
Цемент, кг		370	314,5	333
Зола-уноса, кг		-	55,5	37
Щебень, кг		1200	1200	1200
Песок, кг		765	765	765
Добавка DAOEZCONHPS 13 (0,6 %), кг		2,22	1,89	2,00
Вода, кг		146	148	138

Таблица 2

Результаты испытаний по прочности на осевое сжатие

Составы	Время	1 сутки	3 сутки	4 сутки	5 сутки
В30 контрольный состав		85 % (32,6 МПа)	114 % (44,0 МПа)	117 % (45,1 МПа)	116 % (44,5 МПа)
В30, с замещением 10 % цемента – золой-уноса		75 % (29,0 МПа)	107 % (41,2 МПа)	105 % (40,4 МПа)	119 % (45,7 МПа)
В30, с замещением 15 % цемента – золой-уноса		63 % (24,2 МПа)	87 % (33,5 МПа)	95 % (36,8 МПа)	101 % (38,7 МПа)

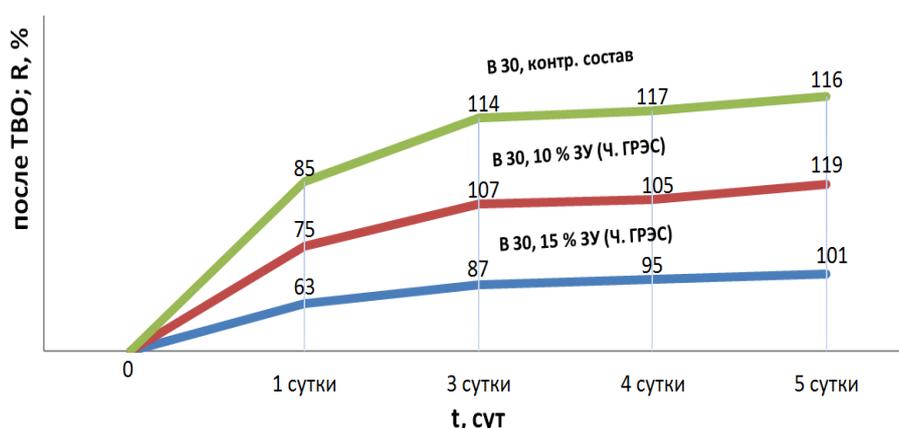


Рисунок 1 – Результаты испытаний образцов по прочности на осевое сжатие

По результатам испытаний, можно сделать следующие выводы:

- 1) Зола-уноса можно применять в бетонных смесях, что улучшит экологическую обстановку и принесет экономическую выгоду, как поставщику, так и потребителю.
- 2) Оптимальное количество замещенного золой-уноса цемента – 10 %, так как больший процент замещения приведет к значительному снижению распалубочной прочности.

Список использованных источников

1. Баженов Ю.М. Технология бетона / Учебное пособие для вузов – М.: Изд-во Высшая школа, 1987. – 415 с.
2. Волженский А.В., Буров Ю.С., Виноградов Б.Н., Гладких К.В. Бетоны и изделия из шлаковых и зольных материалов – М.: Изд-во литературы по строительству, 1969. – 392 с.
3. ГОСТ 26633-2015 Бетоны тяжелые и мелкозернистые. Технические условия. – Введ.2016. – 01.09 – М.: Изд-во стандартов, 2017. – 10 с.
4. ГОСТ 25818-2017 Золой-уноса тепловых электростанций для бетонов. Технические условия. – Введ.2018. – 01.03 – М.: Изд-во стандартов, 2017. - 18 с.
5. Майоров, П. М. Бетонные смеси. Рецептурный справочник для строителей и производителей строительных материалов / П.М. Майоров. - М.: Изд-во Феникс, 2009. - 464 с.
6. ТУ 5745-001-39006088-2014. Добавки для бетонных и растворных смесей, бетонов и строительных растворов.

ГАЗОБЕТОН НЕАВТОКЛАВНОГО ТВЕРДЕНИЯ НА ОСНОВЕ ОТХОДОВ ДРОБЛЕНИЯ (МИНЕРАЛЬНОГО ПОРОШКА)

Али Р.А.

*ФГБОУ ВО «Тверской государственный технический университет», аспирант,
e-mail: rushdiahmad@mail.ru*

Белов В.В.

*ФГБОУ ВО «Тверской государственный технический университет»,
д.т.н., профессор, зав. кафедрой
производства строительных изделий и конструкций,
e-mail: vladim-bel@yandex.ru*

В настоящее время во всем мире нарастает тенденция к сбережению тепловой энергии. Введение в действие новых требований к повышению теплозащитных свойств ограждающих конструкций зданий и сооружений различного функционального назначения требует постоянного расширения номенклатуры теплоизоляционных материалов повышенного качества, создания новых технологий производства высокоэффективных газобетонов. Однако большинство существующих в настоящее время технологий их производства требует применения дорогостоящих сырьевых материалов (таких как портландцемент, известь, молотый кварцевый песок и др.), что негативно отражается на стоимости и конкурентоспособности материала [1, 2]. Для решения данной проблемы разрабатываются новые технологические приемы, связанные с использованием в производстве неавтоклавных ячеистых бетонов местной сырьевой базы, в частности минеральных промышленных отходов. Это позволит обеспечить производство источником дешевого и уже частично подготовленного минерального сырья и создаст реальные возможности для экономии энергетических ресурсов и капитальных вложений [3, 4]. В этой связи представляется актуальным проведение исследований, направленных на снижение расхода цемента и использование дешевых карбонатных наполнителей для приготовления эффективных видов ячеистого бетона.

Работы различных авторов посвящены изучению влияния карбонатных наполнителей на свойства цементных композитов. В них установлено, что данные наполнители способствуют уплотнению микроструктуры, повышению прочности матрицы бетона, а также положительно влияют на процессы твердения вяжущей композиции [5]. Однако следует учитывать, что если размер минеральных частиц меньше критического (0,16 мм), то возникает сложность при определении наибольшей плотности их упаковки обычными способами. В работе [6] применялась методика для определения оптимальной плотности упаковки частиц в тонкодисперсной системе исходя из ее минимальной водопотребности. Суть методики заключается в построении графической зависимости отношения объема воды к объему минеральной тонкодисперсной системы ($V_v / V_{мдс}$) от относительной осадки конуса (G_p), по которой определяют минимальную водопотребность по объему тонкодисперсной системы. При проектировании составов, содержащих тонкодисперсные порошки примерно одинаковой удельной поверхности их минимальная водопотребность по объему, т. е. минимальное количество воды, необходимое для перехода системы из состояния сыпучего вещества в суспензию по отношению к объему тонкодисперсной системы, в целом является достаточно объективной характеристикой ее минимальной пористости или наиболее плотной упаковки частиц.

Целью данных исследований была разработка теплоизоляционного неавтоклавного газобетона с физико-механическими свойствами, соответствующими нормативным требованиям, с использованием минерального порошка из карбонатных горных пород, применяемого для изготовления асфальтобетонных смесей. Использовали портландцемент марки ПЦ 500 Д0 производства ОАО «Осколцемент», минеральный порошок, микрокремнезем, алюминиевую пудру марки ПАП-2. Удельная поверхность портландцемента и минерального порошка примерно одинакова и составляет около 300 м²/кг.

Для оптимизации структуры связующей матрицы применялась методика, описанная в работе [10]. Водопотребность систем в зависимости от количества минерального порошка и микрокремнезема представлена на рис. 1. При увеличении количества минерального порошка водопотребность системы, состоящей из портландцемента и минерального порошка, постоянно уменьшается, что можно объяснить увеличением плотности упаковки частиц. При 60%-м содержании минерального порошка водопотребность композиции снизилась на 23 %.

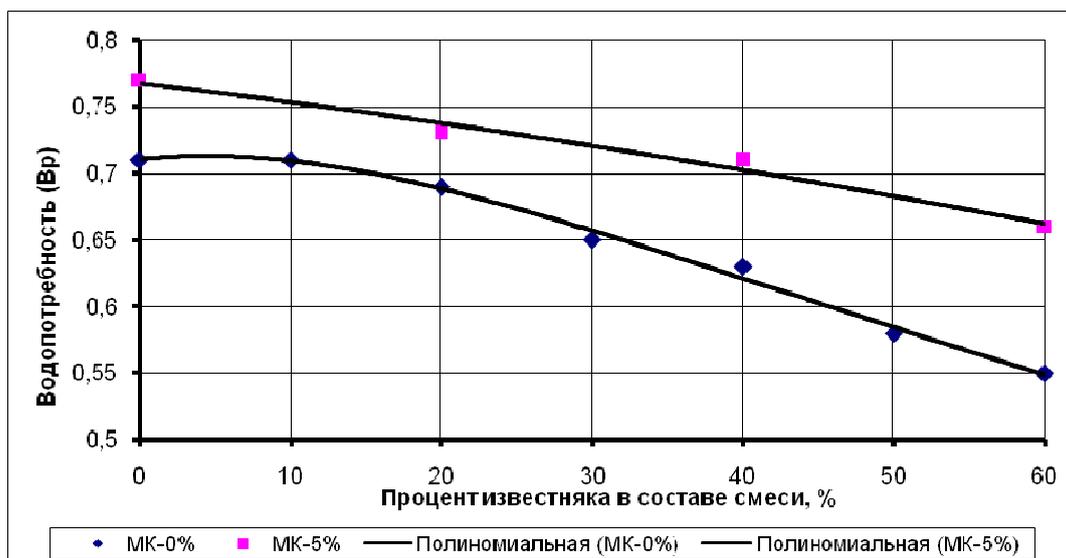


Рисунок 1 - Водопотребность смеси в зависимости от количества минерального порошка и микрокремнезема

Водопотребность системы, включающей портландцемент и минеральный порошок, меньше водопотребности системы, состоящей из портландцемента, минерального порошка и микрокремнезема, что объясняется развитой удельной поверхностью микрокремнезема. При увеличении количества дробления отходы из минерального порошка в системе, состоящей из портландцемента, минерального порошка и микрокремнезема, водопотребность постоянно уменьшается с $\square p = 0,77$ до $\square p = 0,67$.

Для определения предела прочности на сжатие композиций, состоящих из портландцемента, мелкодисперсного заполнителя (минерального порошка) и микрокремнезема, необходимое количество сухих компонентов перемешивали до получения однородной системы, добавляли воду и перемешивали до образования однородного раствора. Далее определяли расплыв конуса, который должен составлять 106–115 мм. Затем изготавливали образцы – кубы с размером ребра 3 x 3 x 3 см. На каждый назначенный состав изготавливали по шесть образцов. По результатам исследований была получена зависимость прочности на сжатие от количества минерального порошка в составе композиции. С увеличением содержания минерального порошка предел прочности при сжатии повышается и достигает максимального значения при 10%-м содержании (рис. 2).

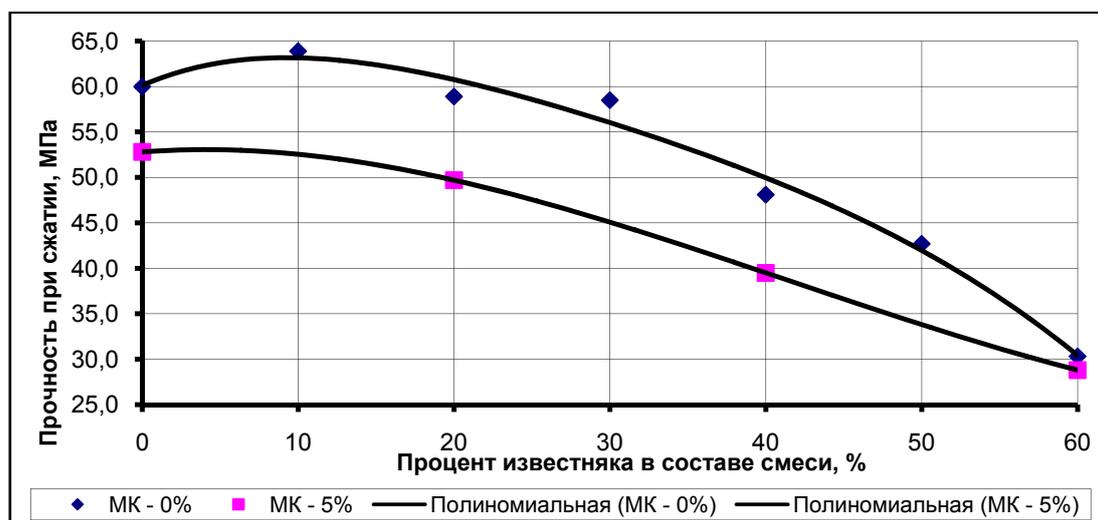


Рисунок 2 - Зависимость прочности на сжатие от количества минерального порошка и микрокремнезема в составе композиции

При дальнейшем увеличении содержания минерального порошка прочность постепенно снижается, что видно на интервале от 20 до 60 %. Наиболее плотная упаковка композиции будет достигнута

при содержании минерального порошка в интервале от 10 до 20 %, где наблюдается максимальное значение прочности. Для разработки состава неавтоклавного газобетона с оптимизированной структурой связующей матрицы применяли трехфакторный планированный эксперимент. В качестве постоянного фактора принимали оптимальное соотношение минерального порошка к портландцементу и режимы твердения. В качестве переменного фактора принимали водотвердое отношение, содержание алюминиевой пудры и NaOH (щелочная добавка). Матрица планирования эксперимента типа В-D13 и результаты работы представлены в таблице.

Матрица планирования эксперимента

№	Матрица планирования			Значения факторов			Показатели		
	X1	X2	X3	В/Т-отношение	Al, г/м ³	NaOH, % к Ц	Средняя плотность, кг/м ³	Прочность при сжатии, МПа	Прочность, МПа
1	-1	-1	-1	0,56	550	0,5	666	1,48	3,3
2	+1	-1	-1	0,60	550	0,5	655	1,18	2,8
3	-1	+1	-1	0,56	650	0,5	660	1,23	2,8
4	-1	-1	+1	0,56	550	1,5	611	1,32	3,5
5	-1	0,19	0,19	0,56	609,5	1,095	536	1,13	3,9
6	0,19	-1	0,19	0,584	550	1,095	581	1,09	3,2
7	0,19	0,19	-1	0,584	609,5	0,5	724	1,08	2,1
8	-0,29	+1	+1	0,574	650	1,5	500	1,03	4,0
9	+1	-0,29	+1	0,60	585,5	1,5	568	1,35	4,2
10	+1	+1	-0,29	0,60	650	0,855	566	1,09	3,4

Приготовленную газобетонную смесь заливали в формы-тройчатки 10 x 10 x 10 см, предварительно разогретые до температуры 40–45 °С:

$$Y_1(\rho_0) = f(X_1, X_2, X_3) = 586 + 1,63X_1 - 23,94X_2 - 67,32X_3 - 30,05X_1^2 - 21,83X_2^2 + 68,27X_3^2 + 13,09X_1X_2 - 5,82X_1X_3 - 33,94X_2X_3$$

$$Y_1(R_{сж}) = f(X_1, X_2, X_3) = 1,01 + 0,02X_1 - 0,08X_2 - 0,01X_3 - 0,14X_1^2 - 0,11X_3^2 + 0,05X_1X_2 - 0,09X_1X_3$$

$$Y_1(K_{пр}) = f(X_1, X_2, X_3) = 3,17 - 0,05X_1 + 0,07X_2 + 0,67X_3 + 0,57X_1^2 - 0,02X_2^2 - 0,32X_3^2 - 0,03X_1X_2 + 0,23X_1X_3 + 0,35X_2X_3$$

где ρ_0 – средняя плотность материала, кг/м³; $R_{сж}$ – предел прочности на сжатие, МПа; $K_{пр}$ – коэффициент прочности; X_1 – В/Т-отношение; X_2 – содержание алюминиевой пудры, %; X_3 – NaOH, %. Максимальные значения коэффициента прочности имеют составы № 8 и 9 (4 и 4,2 МПа соответственно). При этом средняя плотность состава № 8 составляет 500 кг/м³, а предел прочности при сжатии – порядка 1 МПа, что соответствует марке по средней плотности D500, классу по прочности B0,75; средняя плотность состава № 9 – 568 кг/м³, предел прочности при сжатии 1,35 МПа, что соответствует марке по средней плотности D600, классу по прочности B1. Оптимальное содержание щелочной добавки составляет 1,5 % от массы цемента. Таким образом, для улучшения физико-механических и эксплуатационных характеристик неавтоклавных газобетонов необходима оптимизация структуры связующей матрицы за счет введения минеральных тонкодисперсных компонентов, в данном случае карбонатного наполнителя, в оптимальных концентрациях, определяемых по специальным методикам. В результате проведенных исследований разработаны составы конструкционно-теплоизоляционного неавтоклавного газобетона с использованием наполнителя из минерального порошка, с физико-механическими свойствами, соответствующими нормативным требованиям. Совместное присутствие указанных веществ в смеси предлагаемого состава обеспечивает получение неавтоклавных газобетонных изделий марок по средней плотности D500 и D600, классов по прочности B0,75 и B1 соответственно.

Список использованных источников

1. Белов, В.В. Модифицирование сухих поробетонных смесей на основе техногенных вторичных ресурсов / В.В. Белов, Ю.Ю. Курятников // Строительные материалы. 2008. № 2. С. 6–7.

2. Леонтьев, Е.Н. К вопросу о неавтоклавном газобетоне / Е.Н. Леонтьев, О.А. Коковин // Технология бетонов. 2007. № 5. С. 50.
3. Чистов, Ю.Д. Теоретические основы создания ячеистого бетона из пылевидных отходов дробления бетонного лома / Ю.Д. Чистов, С.А. Гусенков, М.В. Краснов // Международная научно-практическая конференция «Пенобетон 2005»: сборник докладов. С. 85–89.
4. Белов, В.В. Использование золы гидроудаления при изготовлении сухой готовой смеси для неавтоклавного газобетона / В.В. Белов, Ю.Ю. Курятников // Научно-теоретический журнал Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2011. № 1. С. 34–38.
5. Курятников, Ю.Ю. Влияние карбонатных наполнителей на физико-механические свойства газобетона неавтоклавного твердения / Ю.Ю. Курятников // Вестник ТГТУ. Тверь: Изд-во ТГТУ, 2011. Вып. 14. С. 44–49.
6. Белов, В.В. Проектирование и практические способы оптимизации составов минеральных вяжущих систем / В.В. Белов, И.В. Образцов, М.А. Смирнов // Цемент и его применение. № 6. 2011. С. 107–111.

УДК691.335
08.03.01.

ВЛИЯНИЕ ПАРАМЕТРОВ ОКРАШИВАНИЯ ГИПСОВЫХ ИЗДЕЛИЙ В ЗЕЛЕНЬ ЦВЕТ МЕТОДОМ ОКРАШИВАНИЯ ВНЕШНЕГО СЛОЯ НА ИХ ВНЕШНИЙ ВИД

Михайлов В.А.,

ФГБОУВО «Тамбовский государственный технический университет», магистрант

Ерофеев А.В.,

*ФГБОУВО «Тамбовский государственный технический университет», кандидат технических наук,
доцент*

Горских Д.Н.

ФГБОУВО «Тамбовский государственный технический университет», студент

Аннотация: Установлено влияние времени выдержки и процентного содержания колера в растворе с водой на внешний вид окрашиваемых гипсовых изделий методом окрашивания внешнего слоя. Внешний вид полученных изделий был оценён с помощью метода экспертных оценок.

Ключевые слова: гипсовое изделие, колер, метод экспертных оценок, окрашивание, оценка разброса.

В современном мире изделия из гипса получили широкое распространение благодаря отсутствию каких-либо химических примесей и высокой степени гипоаллергенности. Для придания изделию требуемого цвета используют различные методы его окрашивания. Одним из таких методов является окрашивание внешнего слоя в растворе разведенного колера, что возможно благодаря высокой адгезионной способности гипсовых изделий. В данном случае интенсивность или тональность образцов будет зависеть от процентного содержания колера в растворе и соответствующего времени выдержки. Варьируя данными параметрами можно легко добиться широкого спектра тональностей. В настоящем исследовании был выбран для примера колер зелёного цвета. Результаты исследования с красным и синим цветами приведены в предыдущих работах [1, 2]. В связи с тем, что количественно оценить тональности образцов, а точнее предпочтительность тональностей с точки зрения потребителей, не представляется возможным, это делалось с помощью методом экспертных оценок, входящего в состав репрезентативной теории измерений.

Окрашивание готового образца производилось в разведенном колере. Время выдержки образцов составляло 5, 15, 60 минут, а так-же 24 часа. Данные образцы выдерживались в течение вышеуказанного времени в воде с добавлением колера различной концентрации, а именно 0,5, 1, 5, и 10 %.

Фотофиксация полученных результатов приведены в сводной таблице 1.

Таблица 1

Фотогатаблица образцов в зависимости от процентного содержания зеленого колера и времени выдержки

Процентное содержание колера в воде, %	Внешний вид образцов при выдержке в течение			
	5 мин	15 мин	60 мин	1 сут
	Номер кодировки			
	13	7	12	4
0,5				
	Номер кодировки			
	1	14	8	9
1,0				
	Номер кодировки			
	16	2	11	3
5,0				
	Номер кодировки			
	5	15	6	10
10,0				

При увеличении времени выдержки образца в разведенном концентрированном пигменте на основе связующего, а также увеличение процентного содержания колера в растворе, должен получиться более яркий и насыщенный цвет готового изделия. Но при анализе данного исследования результат оказался несколько противоположным, а именно: при увеличении продолжительности нахождения образца в разведенном колере привело к получению абсолютно малонасыщенного цвета (бледные тона). Такой же результат был получен и при использовании красного и синего колера [1,2]. Этот результат объясняется тем, что с течением времени разведенный в воде колер без перемешивания выпадает в осадок на дно тары, что изменяет насыщенность цвета. Во избежание образования данного процесса необходимо циклично и равномерно перемешивать получившийся раствор, но это, в свою очередь, не всегда возможно.

По данным эксперимента можно заметить, что наиболее интенсивный цвет получается при выдержке образца в растворенном колере зеленого цвета в течении 5 минут. Увеличение времени выдержки позволяет получить неравномерную окраску образца.

Для определения наиболее удачной окраски гипсового изделия производилась оценка внешнего вида готовых изделий, как указывалось ранее, методом экспертных оценок, а именно методом средних арифметических рангов и методом медиан рангов. Использование двух методов обработки данных

основано на концепции устойчивости, согласно которой следует использовать различные методы для обработки одних и тех же данных с целью сравнения и сопоставления результатов, получаемых одновременно при использовании различных методов.

Мнение экспертов получено с помощью анкетирования. Анкета и принципы проведения отбора экспертов, и проведение анкетирования представлено в предыдущих работах [1, 2]. Полученные результаты мнений экспертов для зеленого цвета сведены в таблицу 2.

Таблица 2

Мнения экспертов по ранжированию образцов фототаблицы 1

Номер эксперта	Ранг образца с кодировкой															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1	5	4	15	9	1	15	13	11	12	7	6	10	8	16	3	2
2	16	6	13	8	11	5	9	10	3	7	4	12	14	1	2	15
3	8	14	11	13	12	3	15	10	2	7	16	5	6	4	1	9
4	9	4	12	3	6	5	1	11	10	14	13	2	15	7	16	8
5	11	2	5	7	1	4	12	6	3	8	13	16	10	14	15	9
6	16	9	12	13	5	2	6	7	3	6	10	11	8	4	1	15
7	10	11	2	16	3	15	6	14	5	4	1	12	9	13	8	7
8	5	7	4	8	1	14	2	3	15	13	9	6	10	12	16	11
9	15	13	14	12	11	2	9	6	3	7	5	10	16	9	1	8
10	1	4	11	2	5	13	8	7	15	10	6	12	9	16	14	3
11	6	8	14	2	3	9	4	15	13	11	1	16	7	5	12	10
12	12	9	14	7	6	2	4	8	3	15	10	13	16	5	1	11
13	13	10	11	9	6	1	5	8	16	4	12	7	14	3	2	15
14	10	11	9	8	4	2	5	6	9	7	13	12	16	15	1	14
15	5	13	14	15	1	8	10	11	12	9	6	7	4	16	3	2

Обработка данных таблицы 2, как указывалось ранее, проводилась двумя методами. Для начала был применен метод средних арифметических рангов. Для этого прежде всего была подсчитана сумма рангов, присвоенных соответствующим образцам. Затем эта сумма была разделена на число экспертов, в результате рассчитан средний арифметический ранг. По средним рангам строится итоговая ранжировка, исходя из принципа - чем меньше средний ранг, тем лучше образец.

Следует учесть, что ответы экспертов измерены в порядковой шкале, а потому для них недостаточно проводить усреднение методом средних арифметических. Надо также использовать метод медиан, для которого требуется взять ответы экспертов, соответствующие каждому из проектов, затем их надо расположить в порядке возрастания, а одноименные значения расставить рядом и из полученной последовательности по каждому изделию найти медиану.

Результаты расчетов по методу средних арифметических и методу медиан сведены в таблицу 3.

Таблица 3

Результаты расчетов по методу средних арифметических и методу медиан для данных.

Номер образца (кодировка)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Процентное содержание колера, %/Время выдержки	1/5мин	5/15мин	5/1сут	0,5/1сут	10/5мин	10/60мин	0,5/15мин	1/60мин	1/1сут	10/1сут	5/60мин	0,5/60мин	0,5/5мин	1/15мин	10/15мин	5/5мин
Сумма рангов	142	127	161	133	76	109	109	133	125	129	125	151	162	140	96	139
Среднее арифметическое рангов	9,46	8,46	10,73	8,86	5,06	7,26	7,26	8,86	8,33	8,60	8,33	10,06	10,80	9,33	6,40	9,26
Итоговый ранг по среднему арифметическому	13	7	15	9,5	1	3,5	3,5	9,5	5,5	8	5,5	14	16	12	2	11
Медиана рангов	10	9	12	9	5	6	6	8	9	7	9	11	10	9	3	9
Итоговый ранг по медианам	13,50	7,16	16	7,16	2	3,50	3,50	6	7,16	5	7,16	15	13,50	7,16	1	7,16

Анализ таблицы 3 позволяет говорить о том, что итоговые ранги предпочтений потребителей, полученные различными методами, в независимости от цвета имеют значительное отличие.

Список используемых источников

1. Михайлов В.А. Влияние параметров окрашивания гипсовых изделий в красный цвет на их внешний вид / А.В. Ерофеев, Д.Н. Горских // *Colloquium-journal*. – 2020. – №2 (54) – С.134-138.
2. Михайлов. Влияние параметров окрашивания гипсовых изделий в синий цвет на их внешний вид / А.В. Михайлов, Д.Н. Горских // *Строительство: Новые технологии – новое оборудование*. – 2020. – №3 – С. 38-42.
3. Михайлов В.А. Технология производства малых архитектурных форм из гипса. Взгляд молодых на проблемы региональной экономики – 2017. Издательство: Издательский центр ФГБОУ ВО "Тамбовский государственный технический университет". –С 176-180.
4. Михайлов В. А., Мухортов П. А., Земцов Е. С. About the need for the production of artificial stone. 6th international scientific and practical conference for young researchers "THE WORLD OF SCIENCE WITHOUT BORDERS". Тамбов, 15 февраля 2019 г. –С 136-138.
5. Михайлов В.А., Ерофеев А. В., Земцов Е. С. Кракелюровая имитация малых архитектурных форм из гипса. Взгляд молодых на проблемы региональной экономики – 2018. Издательство: Издательский центр ФГБОУ ВО "Тамбовский государственный технический университет". – С 120-123.

УДК 691.175.743

67.09.45: Строительные материалы и изделия на основе полимеров

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ИСХОДНЫХ ДАННЫХ ДЛЯ РАСЧЕТА ТЕРМОФЛУКТУАЦИОННЫХ КОНСТАНТ ОБОБЩЕННОГО УРАВНЕНИЯ ЖУРКОВА ПОЛИВИНИЛХЛОРИДНЫХ ПЛИТ

Дранников Р.Н.,

*магистрант, ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет»,
кафедра "Конструкции зданий и сооружений", infectos@yandex.ru*

Ерофеев А.В.,

*к.т.н., доцент, ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет»,
кафедра "Конструкции зданий и сооружений", AV.Erofeev@yandex.ru*

Горохов Т.И.,

*магистрант, ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет»,
кафедра "Конструкции зданий и сооружений", gorohowt@yandex.ru*

Концепция термофлуктуационного разрушения твердых тел, в отличие от механических представлений классической механики пластических деформаций, которая учитывает лишь конкурирующие взаимоотношение между силами межуатомных связей и внешних сил, определяет тепловое движение атомов как главную причину процессов механического разрушения и деформирования. Таким образом, она учитывает не только приложенную к телу нагрузку, но и другой не менее важный фактор – температуру [1].

Актуальной проблемой на сегодняшний день является определение срока службы эксплуатации здания в целом, его конструктивных элементов и материалов как таковых. Современные данные позволяют понять, что такие факторы, как температура и время, являются краеугольными при рассмотрении вопросов связанных с определением долговечности материалов.

В данной работе приведено определение исходных данных для расчета термофлуктуационных констант обобщенного уравнения Журкова поливинилхлоридных плит. Поливинилхлорид (ПВХ) является термопластичным синтетическим материалом. В зависимости от условий полимеризации образуются продукты различной степени полимеризации с различными физико-химическими свойствами. ПВХ наиболее получил наибольшее распространение в строительстве среди всех других видов полимеров [2].

Алгоритм получения исходных данных для дальнейшего определения термофлуктуационных констант обобщенного уравнения Журкова можно разбить на несколько этапов:

1. Определение критической нагрузки, при которой долговечность минимальна.
2. Выбор границ температурно-силовых условий на основе полученной критической нагрузки.
3. Определение долговечности материала в выбранных температурно-силовых условиях.

В качестве силовых воздействий был выбран поперечный изгиб. В связи с этим, для выявления температурно-временной-силовой эквивалентности были изготовлены образцы-балочки из поливинилхлорида. Общее количество образцов – 150 штук. Длина образцов составила 6 см. Поперечное сечение – прямоугольное ($b \times h = 1,5 \times 0,3$ см).

Исследование прочности при поперечном изгибе, а также определение времени с момента приложения не критичной нагрузки до разрушения определялось на шести позиционном стенде (рисунок 1). Он состоит из рамы 1, выполненной из уголков. На опорной площадке рамы 2 установлены опорные стержни 3 на расстоянии друг от друга равным пролету балки. Образец 4 помещается на опорные тумбы и нагружается с помощью грузового устройства 5. Повышенная температура создается стержневыми электронагревателями 6. Для снижения тепловпотерь и создания направленного теплового потока на опорную площадку установлен и закреплен на раме кожух 7. Температура задается ЛАТРом 1М 220В-9А, а регулируется потенциометром ЭПВ2-11А гр. ХК 0300 °С и дополнительно контролируется термометром с точностью 1°С. Следует отметить, что термопара и шарик термометра расположены в зоне разрушения рабочего участка образца.

Для устранения влияния механических колебаний при разрушении образцов использовалось демпфирующее устройство – ёмкость, заполненную песком, сверху которого уложен резиновый ковёр толщиной 20 мм.

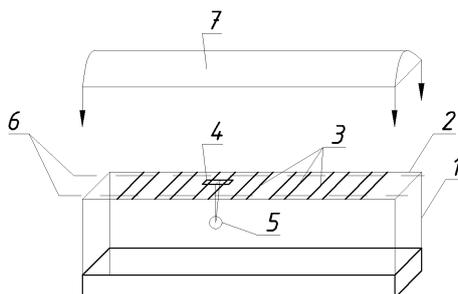


Рисунок 1 – Схема установки для проведения испытаний

Для определения критической нагрузки при проведении кратковременных испытаний образец помещался на опоры, расстояние между которыми составляло 5 см и нагружался до наступления предельного состояния ступенчато (шаг – 200 грамм-сил). Нагрузка прикладывалась на расстоянии 2,5 см от опоры, т.е. по центру пролета. Таким образом, расчетной схемой является однопролетная балка на шарнирноподвижной и шарнирнонеподвижной опорах. Фиксировалась максимальная разрушающая нагрузка, выдерживаемая материалом. На основе нее рассчитывалось предельное напряжение. Для определения прочности при поперечном изгибе в аналогичных условия испытывалось не менее восьми образцов. Для исключения грубых погрешностей использовался метод статической обработки данных.

На основе полученной критической нагрузки, были выбраны интервалы температур и нагрузок, при которых определялась долговечность. Температуры, при которых проводились измерения, – 15, 30, 45°С. Для каждой температуры выбирается пять напряжений в диапазоне от 0,75 до 0,95 от разрушающих. Нагрузка для создания в образце требуемых напряжений при поперечном изгибе определялась по формуле:

$$P = \frac{\sigma \cdot 4 \cdot b \cdot h^2}{6 \cdot l} \cdot \mu \quad (1)$$

где, σ – критическое напряжение для материала кгс/см²;

b – ширина сечения, см;

h – высота сечения, см;

l – пролет балки, см;

μ – коэффициент ступени нагрузки.

Нагрузка прикладывалась на расстоянии 2,5 см от опоры (по центру пролета). Расчетная схема – однопролетная балка на шарнирноподвижной и шарнирнонеподвижной опорах.

В ходе проведения эксперимента фиксировалось время с момента начала нагружения до наступления одного из предельных состояний. В аналогичных условиях испытывалось не менее восьми образцов.

В результате проведения серии экспериментов были получены следующие долговечности, представленные в таблице 1. В данной таблице значения долговечности выражены в десятичном логарифме времени в секундах. Сделано это для удобства дальнейшего построения графиков долговечности, т.к. согласно теории термофлуктуационного разрушения, зависимость долговечности от напряжения при постоянной температуре имеет экспоненциальный характер.

Таблица 1

Экспериментально определенные значения десятичного логарифма времени [с] при заданных напряжениях и температурах

		T = 15 °C				
		σ=6,3 МПа	σ=5,9 МПа	σ=5,6 МПа	σ=5,3 МПа	σ=5,0 МПа
lgτ		0,699	0,845	1,903	3,894	3,733
		0,699	1,000	1,380	3,367	3,798
		0,602	0,477	0,699	2,520	3,839
		0,301	1,079	1,580	2,498	3,828
		0,000	0,477	0,602	2,738	1,954
		0,301	1,580	1,699	2,262	3,663
		0,699	0,903	1,568	2,436	3,764
		0,000	1,114	1,851	1,959	2,926
lgτ _{ср}		0,450	0,934	1,410	2,709	3,438
		T = 30 °C				
		σ=6,3 МПа	σ=5,9 МПа	σ=5,6 МПа	σ=5,3 МПа	σ=5,0 МПа
lgτ		0,477	0,301	0,954	0,699	2,981
		0,602	0,477	0,602	1,591	2,938
		1,623	0,301	1,643	0,301	3,073
		0,000	0,000	1,114	0,301	0,301
		0,000	–	0,845	1,681	3,085
		0,301	0,301	1,255	1,763	2,870
		0,301	0,301	0,477	1,724	2,328
		0,000	0,602	1,415	1,301	2,033
lgτ _{ср}		0,413	0,326	1,038	1,170	2,451
		T = 45 °C				
		σ=5,9 МПа	σ=5,6 МПа	σ=5,3 МПа	σ=5,0 МПа	σ=4,7 МПа
lgτ		0,0	1,398	0,0	3,035	2,797
		0,301	1,079	0,0	2,458	3,284
		0,0	0,477	1,362	2,450	2,480
		0,477	0,778	2,009	2,230	2,491
		0,477	0,301	1,544	1,681	2,720
		0,0	0,602	2,334	2,199	2,859
		0,301	0,301	0,903	2,427	2,093
		0,602	1,000	1,892	2,378	2,879
lgτ _{ср}		0,270	0,742	1,256	2,357	2,700

Для повышения достоверности полученных результатов использовался метод статической обработки. Согласно ГОСТу 8.207-76, на основании которого, до 2011 года проводилась статистическая обработка данных, необходимо выполнить следующие шесть операций:

- 1) Из результатов наблюдений исключаются известные систематические погрешности.
- 2) За результат измерения принимается среднее арифметическое исправленных результатов наблюдений по формуле:

$$\tilde{A} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i, \quad (2)$$

где, x_i – i -й результат наблюдения;

\tilde{A} – результат измерения (среднее арифметическое исправленных результатов наблюдений);

n – число результатов наблюдений;

- 3) Вычисляется оценка среднего квадратического отклонения результата измерения по формуле:

$$S(\tilde{A}) = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \tilde{A})^2}{n(n-1)}} \quad (3)$$

где, x_i – i -й результат наблюдения;

\tilde{A} – результат измерения (среднее арифметическое исправленных результатов наблюдений);

n – число результатов наблюдений;

$S(\tilde{A})$ – оценка среднего квадратического отклонения результата измерения;

4) Проверяется гипотеза о том, что результаты наблюдений принадлежат нормальному распределению.

5) Вычисляются доверительные границы случайной погрешности (случайной составляющей погрешности) результата измерения. Доверительные границы случайной погрешности результата измерения находятся из формулы

$$\varepsilon = tS(\tilde{A}) \quad (4)$$

где t – критерий Стьюдента, который в зависимости от доверительной вероятности и числа результатов наблюдений находится по таблице указанной в ГОСТе.

6) Вычисляются доверительные границы погрешности результата измерения.

Для определения доверительных границ погрешности результата измерения доверительную вероятность принимают равной 0,95.

Результаты статистической обработки данных таблицы 1 после первого цикла сведены в таблицу 2.

Данные из таблицы 1 следует подвергнуть статистической обработке, для исключения ошибок, непременно возникающих при проведении любого эксперимента. Обработанные данные представлены в таблице 2.

Таблица 2

Значения десятичного логарифма времени [с] при заданных напряжениях и температурах после первого цикла статистической обработки данных

Напряжение (σ), МПа	Среднее значение логарифма долговечности и границы доверительного интервала при температуре								
	15 °С			30 °С			45 °С		
	Н	Ср	В	Н	Ср	В	Н	Ср	В
6,3	0,218	0,472	0,726	0,011	0,240	0,469	-	-	-
5,9	0,596	0,842	1,088	0,245	0,381	0,516	0,019	0,222	0,426
5,6	1,150	1,526	1,901	0,638	0,952	1,266	0,356	0,648	0,940
5,3	2,135	2,540	2,945	0,763	1,294	1,826	0,708	1,435	2,162
5,0	3,353	3,656	3,958	2,379	2,758	3,138	2,005	2,260	2,516
4,7	-	-	-	-	-	-	2,535	2,787	3,040

Примечание:
Ср – средние значения величины десятичного логарифма времени в секундах;
Н – Нижняя граница доверительного интервала;
В – Верхняя граница доверительного интервала;

На основе полученных данных из таблицы 2 представляется возможным определение термофлуктуационных констант обобщенного уравнения Журкова. Следует отметить, что на данный момент времени это минимальный объем данных необходимых для расчета.

Список использованных источников

1. Ратнер С.Б. Физическая механика пластмасс. Как прогнозируют работоспособность? / С.Б. Ратнер, В.П. Ярцев. – М.: Химия, 1992. – 320 с.
2. Гузеев В.В. Структура и свойства наполненного ПВХ [Электронный ресурс]/ Гузеев В.В.— Электрон. текстовые данные.— Санкт-Петербург: Научные основы и технологии, 2012.— 284 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/13231.html>.— ЭБС «IPRbooks»

ПРОБЛЕМЫ ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ТЕПЛОЗАЩИТЫ НАРУЖНЫХ СТЕН ЗДАНИЙ В УСЛОВИЯХ ТАМБОВСКОЙ ОБЛАСТИ**Кожухина О.Н.**

ФГБОУ ВО Тамбовский государственный технический университет», кандидат технических наук, доцент кафедры городского строительства и автомобильных дорог, ул. Мичуринская, 112Е, г. Тамбов, Тамбовская область, 392032, Россия, e-mail: gsiad@mail.tambov.ru

Петросян Д.О.

ФГБОУ ВО Тамбовский государственный технический университет», магистрант кафедры городского строительства и автомобильных дорог, ул. Мичуринская, 112Е, г. Тамбов, Тамбовская область, 392032, Россия, e-mail: gsiad@mail.tambov.ru

Хен Н.С.

ФГБОУ ВО Тамбовский государственный технический университет», магистрант кафедры городского строительства и автомобильных дорог, ул. Мичуринская, 112Е, г. Тамбов, Тамбовская область, 392032, Россия, e-mail: navalta@rambler.ru

В последнее время значительное внимание уделяется вопросам экономии энергоресурсов [1-7], что стимулирует поиск малозатратных технологий энергосбережения, не требующих больших объемов финансирования. Рациональное использование энергоресурсов в условиях продолжительного экономического кризиса предполагает применение экономически эффективных вариантов теплозащиты зданий [8-10].

Проблема повышения тепловой защиты жилых зданий носит массовый характер, так как подавляющее большинство зданий, возведенных в период до середины 1990-х годов, нуждается в проведении подобных мероприятий. Повышение теплозащиты зданий в рамках принятых в регионах долгосрочных программ капитального ремонта общего имущества в многоквартирных домах требует привлечения значительных финансовых потоков. Оптимальное расходование денежных средств может быть достигнуто при соответствующем технико-экономическом обосновании расходов. В этой связи поиск эффективных вариантов теплозащиты фасадов жилых зданий не утрачивает своей актуальности.

Эффективность тепловой защиты наружных стен кирпичных зданий определяется большим количеством факторов. Наиболее существенными факторами, оказывающими влияние на эффективность теплозащиты фасадов жилых зданий, являются: принятые подходы в вопросах энергосбережения; действующие нормативы и стандарты; климатические условия региона; проектные решения при создании фасадных систем; возможности материально-технической базы; соблюдение технологии при производстве работ; наличие достаточного финансирования. Значительное влияние на эффективность тепловой защиты оказывает правильный выбор утепляющего материала.

При выборе вариантов теплозащиты фасадов зданий необходимо руководствоваться алгоритмом, позволяющим осуществить рациональный выбор фасадных систем [11-14]. Алгоритм базируется на трех основных принципах: необходимости выбора эффективной конструкции фасадной системы; выбора эффективного и экологичного утеплителя; обосновании экономической эффективности принятого решения.

Эффективность конструктивного решения фасадной системы предполагает достижение:

- заданного уровня конструктивного качества (несущая способность, жесткость, устойчивость, теплозащитные свойства и т.д.);
- заданной долговечности и надежности (сохранение заданного уровня качества в течение заданного времени при условии периодического обслуживания или без него);
- минимальных издержек по устройству фасадных систем (в основном определяются стоимостью материалов и работ).

Критериями для эффективного выбора утеплителя выступают характеристики теплоизоляционных материалов, главной из которых выступает коэффициент теплопроводности. Однако только сравнения этих коэффициентов для различных утеплителей недостаточно. Выбор утеплителей проводится на основе сравнительного анализа показателей свойств, значимых для данной конструкции.

Существенным является сочетание разных качеств в одном материале. Например, при устройстве конструкции вентилируемого фасада утеплитель должен обладать хорошими показателями по паропроницаемости и малым весом. Кроме того, при устройстве конструкции с вентилируемым зазором

материал должен как можно плотнее примыкать к несущей стене, обходя возможные неровности поверхности, пилястры и эркеры сложной формы без образования щелей между утеплителем и стеной. Реализовать эту задачу позволяют такие механические характеристики, как упругость, сжимаемость и гибкость теплоизоляционного материала. Также утеплитель в подобной конструкции должен сопротивляться отрыву слоев и обладать необходимой прочностью для крепления в конструкции.

Одним из важных критериев выбора теплоизоляционных материалов является показатель прочности материала. Критериями надежности утеплителей является комплекс свойств, определяющих надежность всей конструкции по сохранению теплозащитных качеств в условиях длительной эксплуатации. Для теплоизоляционных слоев важно сохранение сплошности слоя и сохранение первоначальной толщины на протяжении всего срока службы конструкции. Однако такие показатели, как стабильность формы и размеров при заданной влажности и температуре пока не подвергаются стандартизации.

Таким образом, применительно к классификации свойств теплоизоляционных материалов рационально рассматривать эксплуатационные, конструктивные и технологические свойства утеплителя.

Оценка экономической эффективности принятого решения может включать в себя показатели: стоимость 1 м^2 фасадной системы; материалоемкость 1 м^2 фасадной системы; трудоемкость устройства 1 м^2 фасадной системы; прогнозируемый срок окупаемости инвестиций и пр.

С целью изучения эффективности теплозащиты наружных стен жилых зданий были рассмотрены варианты фасадных систем, разработанных корпорацией ТЕХНОНИКОЛЬ [18]: ТН-ФАСАД Вент (керамогранит/композит); ТН-ФАСАД Комби; ТН-Фасад Классик.

Декоративный экран системы ТН-ФАСАД Вент имеет функцию защиты фасада от атмосферных осадков. Между облицовочными панелями и плитами утеплителя вентилируемый зазор. Благодаря циркуляции воздуха в зазоре теплоизоляционный слой всегда поддерживается в сухом состоянии. За счет подвижной части несущего кронштейна и особого крепления профиля к нему, система нивелирует неровности стен. При монтаже системы отсутствуют мокрые процессы, поэтому работы не ограничены погодой. Широкий выбор фактуры и структуры фасада возможен благодаря использованию различных материалов облицовочного экрана: керамогранитные либо фиброцементные плиты, алюминиевые композитные панели. Срок работы системы до 60 лет (в зависимости от качества подсистемы). Система ТН-ФАСАД Вент разрешена к применению на зданиях всех степеней огнестойкости и всех классов конструктивной и функциональной пожарной опасности высотой до 75 м.

Система ТН-ФАСАД Комби обладает высокими пожарно-техническими характеристиками за счет применения противопожарных рассечек из негорючих минераловатных плит ТЕХНОФАС. В системе в качестве теплоизоляции применяется экструзионный пенополистирол ТЕХНОНИКОЛЬ CARBON ECO FAS, который имеет фрезерованную поверхность для повышения адгезии с клеевыми составами, а также обладает низким водопоглощением и низкой теплопроводностью. Основанием системы могут быть несущие, самонесущие и навесные стены из монолитного железобетона каменных и армокаменных кладок (плотностью не ниже 600 кг/м^3). Базовый штукатурный слой играет защитную роль по отношению к внешним механическим и погодным воздействиям. Армирование данного слоя сеткой увеличивает ударную стойкость, снижает опасность возникновения трещин. Система ТН-ФАСАД Комби разрешена к применению на зданиях всех степеней огнестойкости и всех классов конструктивной и функциональной пожарной опасности высотой до 75 м за исключением зданий классов функциональной пожарной опасности Ф1.1 и Ф4.1.

В системе ТН-ФАСАД Классик используются гидрофобизированные тепловозвукоизоляционные плиты ТЕХНОФАС ЭКСТРА средней жесткости. Плиты крепятся к основанию стальным крепежом, который состоит из трех частей: анкерной, подвижного крюка и фиксирующих пластин. Сетка крепится поверх теплоизоляции на тот же крепеж дополнительными фиксирующими пластинами. Штукатурные слои приготавливаются из известково-цементных смесей и наносятся вручную или механическим способом. Структура декоративного слоя определяется размером зернистого наполнителя и приемами нанесения. Система ТН-ФАСАД Классик применяется как при новом строительстве, так и при реконструкции жилых и общественных зданий.

Для определения стоимостных показателей предлагаемых вариантов фасадных систем выполнены локальные сметные расчеты с применением программного комплекса АРОС-Лидер, версия 4.5.12. Расчеты выполнялись с использованием базы ФСНБ в редакции 2017г. с дополнениями и изменениями 2 справочники ФЕР. Применены ремонтные коэффициенты к накладным расходам 0,9, к сметной прибыли 0,85 в соответствии с примечанием к Приложению 4 к МДС 81-33.2004 и Приложению 1 к письму №АП-5536/06 от 18.11.2004 п.1. В соответствии с методикой применения федеральных единичных расценок (приказ Минстрой РФ от 09.02.2017г. №81/пр), применен коэффициент МР 8.7.1 (при отсутствии необходимых единичных расценок в сборниках единичных расценок на ремонтно-строительные работы $K_{зп}=1,15$, $K_{маш}=1,25$, $K_{зп,маш}=1,25$). Расчет выполнен с применением базисно-индексного метода, индекс пересчета сметной стоимости принят по Письму Министерства строитель-

ства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации №38021-ЮГ/09 от 09.10.2019 в размере 7,21 (многоквартирные жилые дома кирпичные). Сравнение стоимостных показателей по вариантам утепления кирпичных стен в базовом уровне цен представлено на рисунке 1.

Большой интерес представляет удельный стоимостной показатель - стоимость устройства утепления на 1 м² стены фасада. По результатам расчетов определены следующие значения стоимости: система ТН-ФАСАД Вент (керамогранит) - 2,171 т.р.; система ТН-ФАСАД Вент (композит) - 2,241 т.р.; система ТН-ФАСАД Комби - 1,902 т.р.; система ТН-ФАСАД Классик - 2,303 т.р. Таким образом, по данному показателю самое низкое значение стоимости имеет система ТН-ФАСАД Комби.

Выполненный анализ ценовых предложений на рынке услуг по утеплению фасадов зданий в г. Тамбове выявил следующее: с целью привлечения потенциальных клиентов ценовой ряд начинается со значения от 850 р/м². Следует отметить, что подрядчики, отличающиеся ответственным отношением к качеству работ и дорожащие своей репутацией, не озвучивают стоимостные показатели без выполнения калькулирования затрат, т.к. итоговая стоимость работ является, как правило, более высокой. В качестве средних стоимостных показателей для сравнения приняты: утепление "эконом" класса - 1200р/м²; утепление "стандарт" - 1700р/м²; утепление "премиум" класса - 2400 р/м²[15-17]. Сравнение стоимости вариантов утепления 1 м² кирпичной стены в текущем уровне цен представлено на рисунке 2.

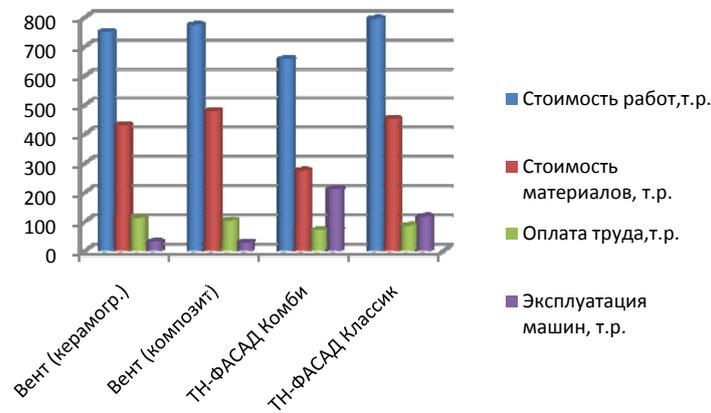


Рисунок 1 - Сравнение стоимостных показателей по вариантам утепления кирпичных стен (в базовом уровне цен)

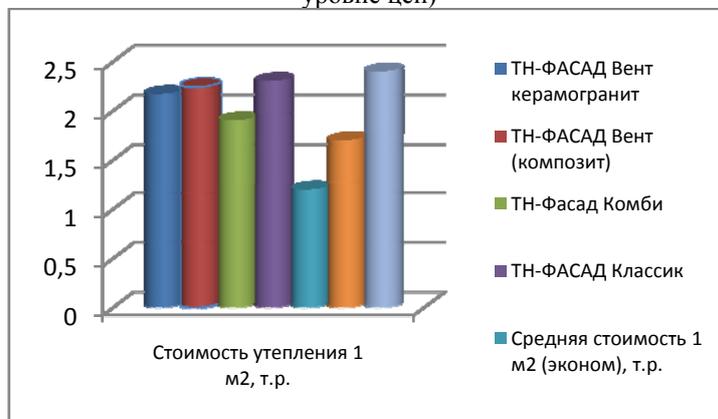


Рисунок 2 - Сравнение стоимости вариантов утепления 1 м² кирпичной стены (в текущем уровне цен)

Предлагаемые к рассмотрению фасадные системы можно отнести к утеплению "премиум" класса по причине применения новых эффективных утепляющих материалов и технологий. В целом, стоимость рассматриваемых фасадных систем не превышает средней стоимости 1 м² кирпичной стены с утеплением "премиум" класса. Анализ стоимости 1 м² рассматриваемых фасадных систем свидетельствует, что самое низкое значение стоимости 1902 р/м² имеет фасадная система ТН-ФАСАД Комби. Сравнение трудоемкости работ по вариантам утепления фасада кирпичного здания приведено на рисунке 3.

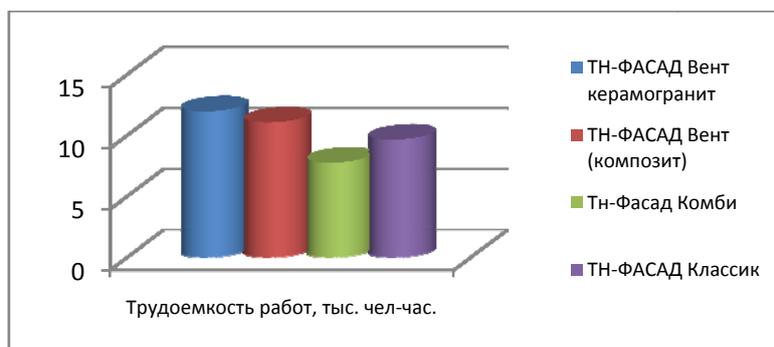


Рисунок 3 - Сравнение трудоемкости работ по вариантам утепления фасада кирпичного здания

Подводя итог выполненным расчетам, можно констатировать, что фасадная система ТН-ФАСАД Комби (штукатурный фасад) имеет лучшие стоимостные показатели, а также меньшую трудоемкость выполнения работ, следовательно, может быть признанной наиболее эффективной из сравниваемых вариантов.

Список использованных источников

1. Монастырев П.В. Жилищный фонд и энергосбережение // Жилищное строительство. - 2000. - №5. – С.14-15
2. Монастырев П.В. Технология устройства дополнительной теплозащиты стен жилых зданий: Учебное пособие. – М.: Издательство АСВ, 2000.-160 с.
3. Монастырев П.В., Клычников Р.Ю., Кожухина О.Н. Проблемы термомодернизации зданий жилищного фонда Тамбовской области. // Вопросы современной науки и практики. Университет им. В.И. Вернадского. – 2009. - № 11(25). – С.161-165.
4. Гусев Б.В., Езерский В.А., Монастырев П.В., Кузнецова Н.В. Теплотехнические особенности проектирования утепленных наружных стен с вентилируемым фасадом. / Учебное пособие – М.: АСВ, 2006. – 117 с.
5. Технично-экономические основы эксплуатации, реконструкции и реновации зданий. Сборщиков С.Б., Доможилов Ю.Н., Монастырев П.В., Никитина Н.С., Вейкко Кауппила, Юха-Антти Кайвонен, Теуво Аро. / Учебное пособие М.: Издательство Ассоциации строительных вузов, 2007 – 192 с.
6. Езерский В.А., Монастырев П.В. Тепловой комфорт помещений термомодернизированных зданий // Жилищное строительство. – 2007. - № 3. – С. 11-12.
7. Езерский В.А., Монастырев П.В., Клычников Р.Ю. Влияние параметров тепловой защиты здания на удельный расход тепловой энергии // Жилищное строительство. - 2010. - №1. – С.43-45.
8. Езерский В.А., Монастырев П.В., Клычников Р.Ю. Технично-экономическая оценка термомодернизации жилых зданий – М.: Издательство Ассоциации строительных вузов, 2011.– 176 с.
9. Клычников Р.Ю., Езерский В.А., Монастырев П.В. Последовательность термомодернизации жилых зданий и ее влияние на экономическую эффективность // Жилищное строительство. - 2015. - №6. – С.27-31.
10. Клычников Р.Ю., Монастырев П.В., Езерский В.А. Влияние темпа реализации термомодернизации группы жилых зданий на ее экономическую эффективность // Третья национальная научно-практическая конференция молодых ученых «Актуальные вопросы, достижения и инновации науки XXI века». Выпуск 58. Издательство Першина Р.В. – 2018. С. 40-43.
11. Valery A. Ezersky, Pavel V. Monastirev, Ivan A. Ivanov. The Analysis of Thermal Properties of a Wall Fragment Made with 3D Construction Technology // International Journal for Computational Civil and Structural Engineering, Volume 15, Issue 4, 2019, Pages 34-47.
12. Клычников Р.Ю., Езерский В.А., Монастырев П.В. Оптимизация термомодернизации группы жилых зданий в различных макроэкономических условиях // Строительство и реконструкция. 2017. № 5 (73). С. 108-122.
13. Клычников Р.Ю., Езерский В.А., Монастырев П.В. Анализ влияния климатических условий на экономическую эффективность термомодернизации группы жилых зданий // БСТ: Бюллетень строительной техники. 2017. № 6 (994). С. 60-64.
14. Клычников Р. Ю., Монастырев П. В., Езерский В. А. Влияние конструктивных решений ограждающих конструкций жилых зданий на экономическую эффективность термомодерниза-

ции градостроительного образования // Вопросы современной науки и практики. Университет им. В.И. Вернадского. – 2016. - № 4(62). – С.143-153.

15. Компания ПРОМАЛЬП68 [Электронный ресурс]: - Режим доступа: <https://promalp68.ru/catalog/fasadnye-raboty/uteplenie-fasada>
16. ООО "Премиум" - Высотно-фасадные работы [Электронный ресурс]: - Режим доступа: <https://www.тамбов.утеплим-фасад.рф/>
17. ООО "РСК ТР ГРУПП" - Утепление домов, отделка и реставрация [Электронный ресурс]: - Режим доступа: <https://thermo-house.ru/services/uteplenie-fasada/>
18. ТЕХНОНИКОЛЬ - материалы для кровли, гидроизоляции и теплоизоляции [Электронный ресурс]: - Режим доступа: www.tn.ru

УДК 69.059.7

67.29.53 Промышленные комплексы, здания и сооружения

УСТРОЙСТВО ЛЕГКОСБРАСЫВАЕМЫХ СВЕТОПРОЗРАЧНЫХ КОНСТРУКЦИЙ С РАЗРУШАЕМЫМИ УЗЛАМИ КРЕПЛЕНИЙ КАК ЭФФЕКТИВНЫЙ СПОСОБ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ВЗРЫВОБЕЗОПАСНОСТИ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ЗДАНИЙ

Ефремов М.Ю.,

*ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», магистрант
e-mail: efremoffmaxx@mail.ru*

Бацунова А.В.,

*ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», Технический колледж ТГТУ.
e-mail: nastybac@rambler.ru*

В настоящее время на территории Российской Федерации работает свыше десятка тысяч объектов взрывоопасных производств химической и нефтяной промышленности. Эксплуатация этих объектов связана с возможным возникновением чрезвычайных ситуаций (ЧС), аварий, в том числе с летальным исходом людей, работающих как на самом производстве, так и случайно находящихся в непосредственной близости с этими объектами. Ежегодно происходят многочисленные аварии, в 95% связанные с взрывом различных химических веществ на предприятиях. При этом на ликвидацию взрывов тратятся огромные средства и силы.

В связи с этим, исследования в области защиты зданий и сооружений при взрывах на стадии проектирования, реконструкции или капитального ремонта являются весьма актуальными. При этом проектирование легкобрасываемых наружных ограждающих конструкций является единственным способом, применяемым в практике строительства для защиты зданий от взрыва внутри помещения.

Для уменьшения избыточного давления, возникающего при взаимодействии горючих парогазо-пылевоздушных смесей, при взрыве внутри производственных или иных помещений используются легкобрасываемые конструкции (ЛСК).

Вид ЛСК определяется их конструктивными особенностями. К таким конструкциям предъявляются определенные технические требования [2]. При проектировании и расчете ЛСК их нужно также подразделять на типы. К разным типам относятся ЛСК, принадлежащие как к разным видам, так и к одному виду, но отличающиеся при этом размерами, массой или другими параметрами, влияющими на эффективность вскрытия данных конструкций.

Решение о целесообразности использования ЛСК того или иного вида следует принимать на основе сравнения их основных характеристик применительно к конкретным условиям строительства и эксплуатации зданий с взрывопожароопасными помещениями [3].

В качестве ЛСК могут использоваться стекла глухого остекления (разрушаемые ЛСК), открывающиеся створки оконных переплетов, наружные двери и ворота или специальные поворачивающиеся конструкции (вращаемые ЛСК), а также легкобрасываемые стеновые панели и облегченные элементы покрытия помещения (смещаемые ЛСК).

Использование в качестве разрушаемых ЛСК стекол глухого остекления позволяет получать наиболее простые и удобные в эксплуатации конструктивные решения. Однако использование «холодного остекления» (одинарное остекление окон и фонарей) ухудшает энергоэффективность промышленных предприятий, а также не создает необходимые комфортные условия микроклимата внутри помещений этих предприятий [1].

Поэтому применение легкобрасываемых светопрозрачных конструкций (ЛСПК) на базе окон из ПВХ с применением в качестве заполнения стекла или стеклопакетов, но с узлами крепления оконных блоков, разрушающимися при заданных нагрузках (при избыточном давлении 0,7 кПа), позволит не только сохранить свои несущие способности при восприятии оконной конструкцией положительных и отрицательных ветровых нагрузок, но и повысит энергоэффективность зданий. Узел крепления оконных блоков, разрушающийся при заданных нагрузках см. рисунок 1.

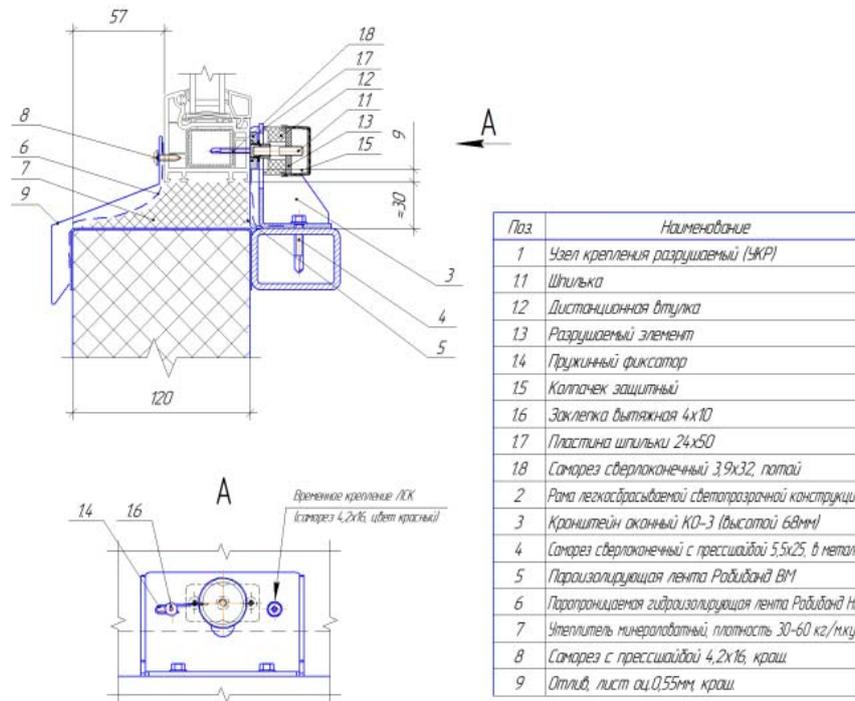


Рисунок 1 – Узел крепления оконных блоков, разрушающийся при заданных нагрузках.

В состав таких легкобрасываемых светопрозрачных конструкций (ЛСПК) входят:

- блок оконный из ПВХ профилей;
- материалы для устройства швов монтажных узлов примыкания оконных конструкций к стеновым проемам;
- деталей наружного и внутреннего обрамления проема;
- устройства тросового страховочного;
- кронштейнов оконных;
- временное крепление ЛСКОС-ОП;
- разрушаемых узлов крепления (УКР).

Таким образом, использование предложенных легкобрасываемых светопрозрачных конструкций оконных заполнений позволит повысить промышленную безопасность объекта, улучшить комфортность условий труда людей, а также снизить экономические затраты на энергоресурсы.

Список используемых источников

1. Ефремов, М.Ю. Обеспечение взрывобезопасности производственных зданий путем устройства легкобрасываемых конструкций оконных заполнений / М.Ю. Ефремов, А.М. Макаров // Актуальные проблемы городского строительства: сб. трудов Междунар. науч.-техн. конф. - Пенза: ПГУАС, 2019. – С. 110-113.
2. ГОСТ Р 56288-2014 Конструкции оконные со стеклопакетами легкобрасываемые для зданий. Технические условия. – М.: Стандартинформ, 2015.
3. Расчет параметров легкобрасываемых конструкций для взрывопожароопасных помещений промышленных объектов: рекомендации. М.: ВНИИПО, 2015. 48 с.

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ СМАЧИВАТЕЛЕЙ ДЛЯ ПИГМЕНТА ЖЕЛТОГО СВЕТОПРОЧНОГО 2 «З» ВОДОЙ НА ОСНОВАНИИ КВАНТОВО-ХИМИЧЕСКОГО ПОДХОДА

Бабайцева И.В.

Магистрант, e-mail: ibabaytseva@mail.ru, ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет»

Дегтярев А.А.

К.т.н., доцент, e-mail: ad.dycost@gmail.com, ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет»

Ростова Д.П.

Бакалавр, e-mail: rostova.dariya@yandex.ru, ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет»

Исследование влияния поверхностно-активных веществ на смешиваемость пигментов имеет важное значение при получении водно-дисперсионных лакокрасочных материалов на его основе. Данные лакокрасочные материалы обладают несколькими преимуществами по сравнению с масляными: меньшее время высыхания; меньшая токсичность для человека, окружающей среды и неогнеопасны. Пигмент желтый светопрочный 2 «З», широко используемый для приготовления лакокрасочных материалов на масляной основе, является гидрофобным веществом, несмачиваемым водными эмульсиями, и нашей задачей являлось подобрать смачиватель для его перевода в водную фазу.

В качестве исследуемых смачивателей использовались поверхностно-активные вещества, нашедшие широкое применения как диспергаторы и эмульгаторы для акриловых эмульсий [1] и смачивателей для водных сред: волгонат, С-10, Triton X-100, ОП-10. К дополнительным преимуществам ОП-10 и Triton X-100 можно отнести их хорошую биоразлагаемость [2].

Изучался процесс смачивания тонкого слоя пигмента (10-30 мкм), нанесенного на стеклянную поверхность, водными растворами смачивателей. Эффективность смачивателей оценивалось на основании изменения равновесного краевого угла смачивания (натекания) [3] от концентрации смачивателя, краевой угол измерялся методом сидячей капли без учета эффекта шероховатости. Уровень значимости при обработке экспериментальных данных принимался 0.05.

Дополнительно был проведен квантово-химический расчет молекул смачивателей и пигмента с целью определения их электрофильных и нуклеофильных свойств и на основании этого, возможного механизма сорбции смачивателей на поверхности пигмента.

Поверхность пигмента моделировалась четырехмолекулярным кластером, с геометрией, соответствующей параметрам кристаллической решетки, приведенных в [4] ($a = 13.24 \text{ \AA}$, $b = 30.206 \text{ \AA}$, $c = 8.333 \text{ \AA}$).

Кластер пигмента рассчитывался в программном комплексе Priroda [5] с использованием метода теории функционала плотности DFT/PBE/L1 [6, 7].

Молекулы смачивателей рассчитывались в программном комплексе Firefly [8] методом теории функционала плотности с использованием функционала B3LYP5 [9] и базисного набора aug-cc-pVDZ [10]. Энергия орбиталей была рассчитана в этом же базисе методом Хартри-Фока.

Изучаемые смачиватели имеют следующие структурные формулы:

волгонат: $\text{CH}_3-(\text{CH}_2)_{14}-\text{SO}_3\text{Na}$

С-10: $\text{CH}_3-(\text{CH}_2)_8-\text{C}_6\text{H}_4-(\text{O}-\text{CH}_2-\text{CH}_2)_{11}-\text{OSO}_3-\text{NH}_4$

Triton X-100: $(\text{CH}_3)_3\text{C}-\text{CH}_2-\text{C}(\text{CH}_3)_3-\text{C}_6\text{H}_4-(\text{O}-\text{CH}_2-\text{CH}_2)_9-\text{OH}$

ОП-10: $\text{CH}_3-(\text{CH}_2)_8-\text{C}_6\text{H}_4-(\text{O}-\text{CH}_2-\text{CH}_2)_{11}-\text{OH}$

Результаты и обсуждение

Пигмент желтый светопрочный 2 «З» представляет собой гидрофобное вещество, краевой угол смачивания водой равен $128.5 \pm 6.9^\circ$.

При добавлении поверхностно-активных веществ пигмент начинал проявлять гидрофильные свойства. Результаты, полученные при исследовании смачиваемости подложки приведены на рисунках 1-3. Данные для Triton X-100 и ОП-10 объединены на одном графике из-за схожести их химических структур (предполагаем, что они будут обладать одинаковой эффективностью).

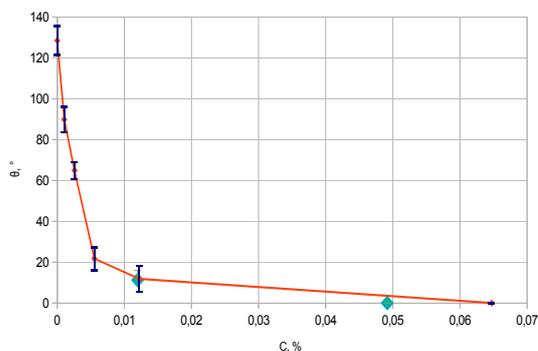


Рисунок 1 – Изменение краевого угла смачивания от концентрации смачивателя (Тритон X-100 – линии + ОП-10 – точки)

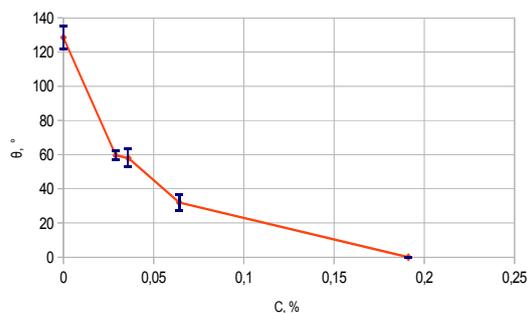


Рисунок 2 – Изменение краевого угла смачивания от концентрации смачивателя (Волгонат)

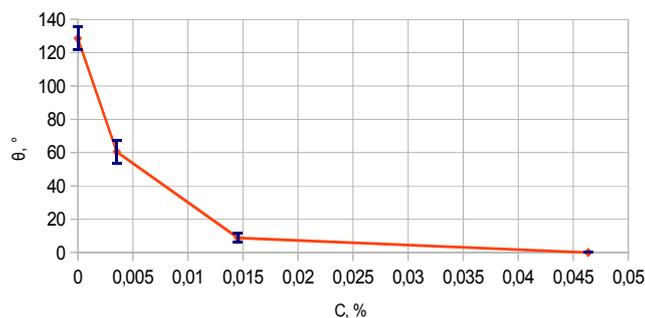


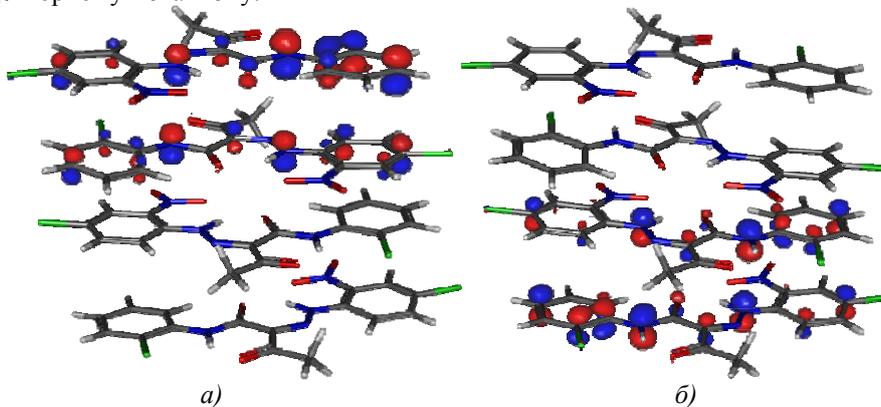
Рисунок 3 – Изменение краевого угла смачивания от концентрации смачивателя (С-10)

Полученные результаты говорят о физической природе сорбции смачивателя на поверхности пигмента (отсутствие экстремумов на кривых [3]). Для смачивателей Triton X-100 и ОП-10 эффективность при принятом значимости не различается.

Концентрации, соответствующие полному смачиванию составляют: волгонат – 0.19%, Тритон X-100 и ОП-10 – 0.035%, С-10 – 0.03%.

На основании этого делаем вывод, что из представленных смачивателей наилучшую эффективность показывает эмульгатор С-10, являющийся поверхностно-активным веществом, которое включает как неионогенную (оксипропиловые группы), так и амфотерную (аминопроизводное сульфокислоты) части. Близкую к нему эффективность имеют неионогенные поверхностно-активные вещества Triton X-100 и ОП-10. Значительно более низкую эффективность проявляют анионное поверхностно-активное вещество на основе алкилсульфонатов (эмульгатор волгонат).

Путем квантово-химического моделирования оценивались электрофильно-нуклеофильные свойства поверхности пигмента и смачивателей, для оценки возможности их взаимодействия по донорно-акцепторному механизму.



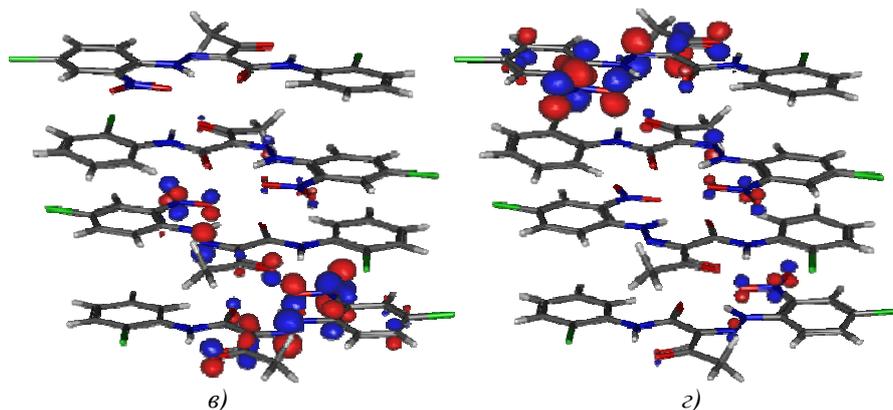


Рисунок 4 – Расположение верхних занятых (а – НОМО, б – НОМО-1) и нижних вакантных (в – LUMO, г – LUMO-1) орбиталей кластера пигмента

Как видно из рис. 4, участки поверхности, способные отдавать электрон находятся в основном на поверхности, параллельной плоскости молекулы и представлены элементами ароматического кольца и группами NH (рис. 4, а-б), в то время как электроноакцепторные группы более равномерно распределены по поверхности, перпендикулярной плоскости молекулы и представлены карбонильной и нитрогруппами.

Вода, как типичный нуклеофил, способна взаимодействовать с электроноакцепторной поверхностью, но видимо это взаимодействие гораздо менее прочное чем водородные связи между молекулами воды, поэтому смачивания не происходит.

Приведем расположение граничных орбиталей смачивателей (рис. 5).

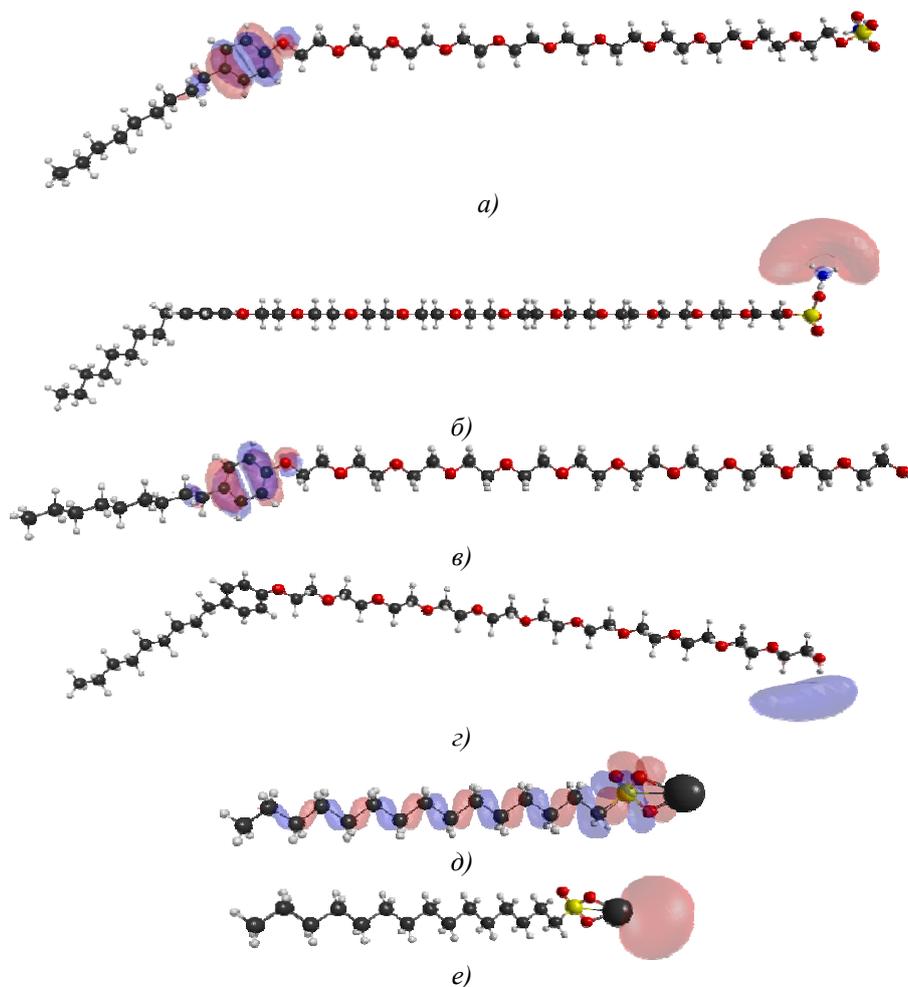


Рисунок 5 – Расположение верхних занятых и нижних вакантных орбиталей смачивателей: а) С-10, НОМО; б) С-10, LUMO; в) ОП-10, НОМО; г) ОП-10, LUMO; д) волгонат, НОМО; е) волгонат, LUMO;

Для всех смачивателей наблюдается одна закономерность – нижняя вакантная орбиталь находится на гидрофильной части, следовательно, взаимодействие посредством нее с электронодонорными участками не приведет к эффекту увеличения смачиваемости.

Верхняя занятая орбиталь смачивателей или локализована на ароматическом кольце (С-10, ОП-10), либо равномерно «размазана» по гидрофобной части (волгонат). И то и другое позволит смачивателю взаимодействовать посредством донорно-акцепторного механизма с электроноакцепторной поверхностью. «Размазанность» верхней занятой орбитали волгоната может привести к взаимодействию сразу с несколькими электроноакцепторными центрами, что приведет увеличению площади, занимаемой сорбируемой молекулой, и, соответственно, увеличению расхода смачивателя.

Взаимодействие с электронодонорной поверхностью для С-10 и ОП-10 возможно за счет перекрывания π -облаков ароматических колец, для волгоната же взаимодействие с данной поверхностью возможно только за счет более слабых дисперсионных сил, что тоже вносит вклад в меньшую эффективность его как смачивателя.

В качестве смачивателей исследовались также триэтиламин, полиакрилат натрия и полиакриламид, но они не показали эффекта уменьшения краевого угла смачивания.

Выводы

1. Исследовано влияние концентрации некоторых поверхностно-активных веществ на смачиваемость пигмента желтого светопрочного 2 «З» водой.

2. Объяснена эффективность выбранных смачивателей на основании молекулярной структуры пигмента и смачивателей и расположения их граничных орбиталей.

Финансирование

Исследование выполнено в рамках проекта № 43-МУ-19 (02) Гранты для поддержки прикладных исследований молодых учёных 2019 года.

Список использованных источников

1. Дринберг С. А. Растворители для лакокрасочных материалов: Справочное пособие / Э.Ф. Ицко, С. А. Дринберг. – 2-е изд., перераб. и доп. – Л.: Химия, 1986. – 208 с.
2. Зимон А.Д. Адгезия жидкости и смачивание / А.Д. Зимон. – М.: Химия, 1974 – 416 с.
3. Морозова Ю.П. Исследование различных форм оксазинового красителя методами электронной спектроскопии / Чайковская О.Н., Артюхов В.Я., Одегова Г.В. // Журнал физической химии. – 1995. – Т.69, №10. – с. 1614.
4. Dunning T.H. Gaussian basis sets for use in correlated molecular calculations. I. The atoms boron through neon and hydrogen. J. Chem. Phys. 1989. Vol. 90. P. 1007-1023. DOI: 10.1063/1.456153.
5. Granovsky A.A.. Firefly version 8, www <http://classic.chem.msu.su/gran/firefly/index.html>
6. Laikov D. A new class of atomic basis functions for accurate electronic structure calculations of molecules. Chemical Physics Letters. 2005. Vol. 416. P. 116-120. DOI: 10.1016/j.cplett.2005.09.046.
7. Laikov D.N. PRIRODA-04: a quantum-chemical program suite. New possibilities in the study of molecular systems with the application of parallel computing / D.N. Laikov, Y.A. Ustynyuk // Russ. Chem. Bull. – 2005. – Vol. 54. – P. 820-826. – DOI: 10.1007/s11172-005-0329-x.
8. Lee C., Yang W., Parr R.G. Development of the Colle-Salvetti correlation-energy formula into a functional of the electron density. Phys. Rev B. 1988. Vol. 37. P. 785-789.
9. Perdew J. P., Burke K., Ernzerhof M.. Generalized Gradient Approximation Made Simple. Phys. Rev. Lett. 1996. Vol. 77. No 18. P. 3865-3868. DOI: 10.1103/PhysRevLett.77.3865.
10. Whitaker A. The crystal structure of C.I. Pigment Yellow 3, α -(1-hydroxyethylidene)-2-chloro-acetanilide- α -azo- (4'-chloro-2'-nitrobenzene) / A. Whitaker // Zeitschrift für Kristallographie - Crystalline Materials. 1983. – Vol. 163. – P. 19-30.

СРАВНЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ЭКСПЕРИМЕНТОВ И ЧИСЛЕННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРИ ОЦЕНКЕ ЗАВИСИМОСТИ МОДУЛЯ ДЕФОРМАЦИИ ОТ ПЛОТНОСТИ ПЕСЧАНОГО ОСНОВАНИЯ.

Антонов В.М.,

ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», кандидат технических наук, доцент кафедры «Конструкции зданий и сооружений», 392018, Россия, г. Тамбов, ул. Мичуринская 112, корпус Д, e-mail: antonov280562@mail.ru.

Аль-Накди И.А.,

ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», аспиранта кафедры «Конструкции зданий и сооружений», 392018, Россия, г. Тамбов, ул. Мичуринская 112, корпус Д, e-mail: iabdulmonem@gmail.com.

Аннотация. Представлены результаты экспериментов по влиянию плотности основания на модуль общей деформации. Моделирование проводилось с использованием программного комплекса "ANSYS". Проведено сравнение численного анализа с использованием упругопластической модели Drucker-Prager, вязкопластической модели PLAS (Miso) и результатов экспериментов.

Ключевые слова: штамп; метод конечных элементов; программный комплекс ANSYS; осадка; модуль деформации.

В статье приведены результаты сравнения значений модуля деформации, определенных по формуле Шлейхера на основании лабораторных исследований, и результатов, полученных путем моделирования с использованием ANSYS Apdl [1,2].

Испытания проводились в металлическом лотке с жесткими боковыми стенками размером 70 см x 55 см x 53 см. Грунт – песок мелкодисперсный, однородный. В опытах изменяли плотность основания - $\rho = 1,663; 1,620; 1,590; 1,530; 1,487$ г/см³. Угол внутреннего трения для песка был определен при плотности 1,62 г/см³ и составил 39°. Основание из песка формировалось послойным уплотнением с помощью металлической трамбовки до заданной плотности. Толщина каждого слоя составляла 5 см. В ходе испытаний определяли осадку (s) во всем диапазоне нагрузок индикаторами часового типа ИЧ-10, укрепленными на реперной раме. В качестве модели фундамента использовался жесткий металлический штамп диаметром 120 мм. Нагрузка на штамп передавалась с помощью системы рычагов с передаточным числом 1:10. Ступени нагружения принимали равными 0,1 от разрушающей нагрузки. Каждую ступень выдерживали до условной стабилизации осадок (20 мин). Нагружение проводили либо до разрушения, при котором осадки росли без увеличения нагрузки, либо до получения условной предельной осадки фундамента $[S]_u$.

Численное моделирование экспериментов проводилось с использованием программного комплекса «ANSYS». Развитие деформаций было ограничено в направлениях x и y, т.е. перемещения могли развиваться только в вертикальном направлении z ($x = 0$ и $y = 0$). Для моделирования основания использовалось две модели:

1) трехмерная конечно-элементная модель материала Drucker-Prager - определяющая поведение или разрушение некоторых материалов под влиянием пластических деформации (рис.1, а). Эта модель была разработана для описания пластических деформаций дисперсных грунтов, но может применяться для описания разрушения и более прочных материалов. Концепцией этой модели является идеальная пластичность материала.

Эквивалентное напряжение согласно этой концепции [8]:

$$\sigma_e = 3\beta\sigma_m + \left[\frac{1}{2} \{s\}^T [M] \{s\} \right]^{\frac{1}{2}} \quad (1),$$

где σ_e – текущее напряжение текучести; σ_m – среднее значение объемного напряжения $\frac{1}{3}(\sigma_x + \sigma_y + \sigma_z)$; $\{s\}$ - девиаторное напряжение; β – константа материала; M – матрица, описывающая изменение предела текучести;

$$\beta = \frac{2 \sin \varphi}{\sqrt{3}(3 - \sin \varphi)} \quad (2),$$

где φ : угол внутреннего трения

$$\sigma_y = \frac{6c \cos \varphi}{\sqrt{3}(3 - \sin \varphi)} \quad (3),$$

здесь – сцепление, φ - угол внутреннего трения. Из выражения (2) по известному значению параметра β численно или графически можно определить угол внутреннего трения. Тогда, сцепление может быть определено из уравнения (3):

$$c = \frac{\sqrt{3}\sigma_y(3-\sin\varphi)}{6c\cos\varphi} \quad (4),$$

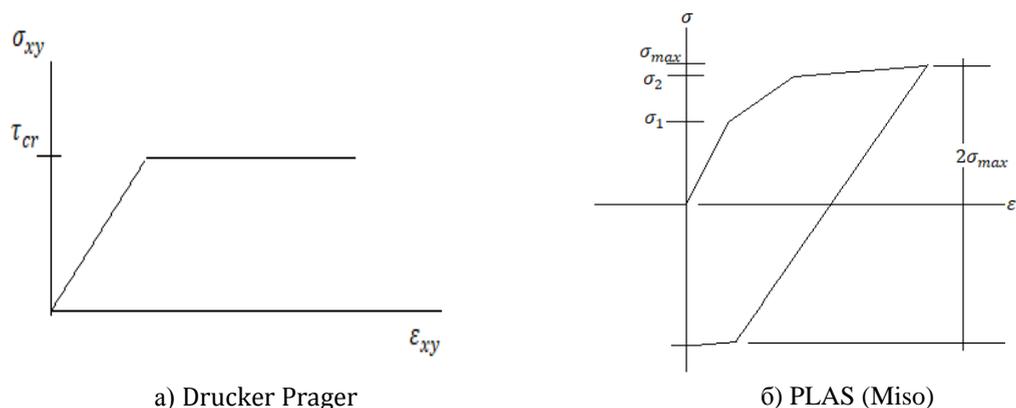
2) трехмерная конечно-элементная модель полилинейного изотропного упрочнения PLAS (Miso).

Материальная модель MISO используется для моделирования линейного и нелинейного поведения грунта. Нелинейное поведение грунта моделируется с использованием многолинейной модели изотропного твердения (MISO) материала. Эта модель включает критерий текучести фон Мизеса [4]. Поведение полилинейного упрочнения описывается частично линейной кривой напряжения - деформации, как показано на рисунке 1. б. При оценке напряженно-деформированного состояния для песка с помощью модели PLAS (Miso) в программе ANSYS первой точкой кривой напряженно-деформированного состояния должны быть напряжения текучести. Последующие точки определяют упругопластический отклик материала.

Эквивалентное уравнение напряжений имеет вид:

$$\sigma_e = \left[\frac{3}{2} \{s\}^T [M] \{s\} \right]^{\frac{1}{2}} - \sigma_k = 0 \quad (5),$$

где $\{s\}$ - девиаторное напряжение; σ_e – текущее напряжение текучести; σ_k – функция зависящая от пластичности материала. Для случая изотропного упрочнения σ_k можно определить по кривой одноосного напряжения деформации [8].



а) Drucker Prager

б) PLAS (Miso)

Рисунок 1- Напряженно-деформированное состояние грунта для моделей Друкера-Прагера и полилинейного изотропного упрочнения [8].

Для получения численных решений с использованием конечно-элементной модели материала Drucker-Prager при описании грунтовой матрицы применяли элемент Solid45. Модуль деформации, используемый в программе, вычислялся по формуле Шлейхера по экспериментальным данным, коэффициент Пуассона $\nu = 0,3$. Модель штампа имела размеры $D = 120$ мм, толщину 10 мм, модуль упругости $E = 2,06 \times 10^5$ МПа. Штмп моделировался с использованием линейной изотропной модели.

При использовании PLAS (Miso) в качестве типа элемента применяли Solid186 для моделирования грунта и Solid187 для линейной изотропной модели штампа. Все остальные исходные данные те же что и в первой модели.

В таблицах 1-3 и на рис. 2-7 приведены экспериментальные значения и результаты, полученные с использованием ANSYS APDL, путем моделирования по вязкопластической модели PLAS (Miso) и по упругопластической модели Drucker-Prager.

Значения модуля деформации определяли, используя формулу Шлейхера [7]

$$E = \omega * D * (1 - \nu^2) * \frac{\Delta p}{\Delta s} \quad (6),$$

где ω – коэффициент, принимаемый для круглых штампов 0,8; D – диаметр штампа; ν – коэф. Пуассона, принимаемый 0,3 для песка; Δp – приращение среднего давления по подошве фундамента на участке линейной зависимости между давлением и осадкой; Δs – приращение осадки штампа при изменении давления на Δp .

Таблица 1
Зависимость модуля деформации E основания от давления при плотности 1,487 г/см³.

№	P (МПа)	Экспериментальные значения		Модель PLAS (Miso) ANSYS		Модель Друкера-Прагера ANSYS	
		S, мм	E, МПа	S, мм	E, МПа	S, мм	E, МПа
1	0,0053	0,67	0,6960	0,74478	0,6261	0,4316	1,0803
2	0,0106	0,67	1,3920	1,4393	0,6479	0,8196	1,1379
3	0,0160	1,96	0,7137	2,13347	0,6557	1,2075	1,1584
4	0,0213	3,635	0,5131	2,82729	0,6597	1,5955	1,1690
5	0,0266	5,67	0,4112	3,52076	0,6622	1,9834	1,1755

Таблица 2
Зависимость модуля деформации от плотности основания при разрушающей нагрузке

Плотность, г/см ³	1,663	1,620	1,590	1,530	1,487
P, МПа	0,27	0,11	0,08	0,07	0,03
E, эксперимент	5,4318	2,0335	0,8665	0,5912	0,4112
E, PLAS (Miso) ANSYS	9,4017	3,4138	1,5239	0,9891	0,6622
E, Друкера-Прагера ANSYS	18,2587	6,8598	2,9390	2,0401	1,1755

Таблица 3
Зависимость модуля деформации от плотности основания при P=0,03 МПа

Плотность, г/см ³	1,663	1,620	1,590	1,530	1,487
P, МПа	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03
E, эксперимент	25,588	2,440	1,879	0,822	0,4112
E, PLAS (Miso) ANSYS	7,713	3,187	1,479	1,018	0,6622
E, Друкера-Прагера ANSYS	13,170	6,244	2,821	1,962	1,1755

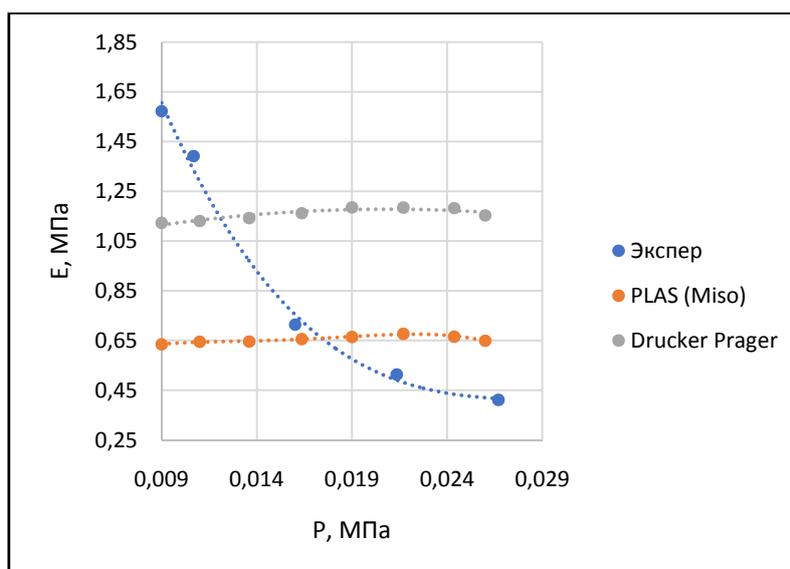


Рисунок 2- Зависимость E-P при плотности = 1,487 г/см³.

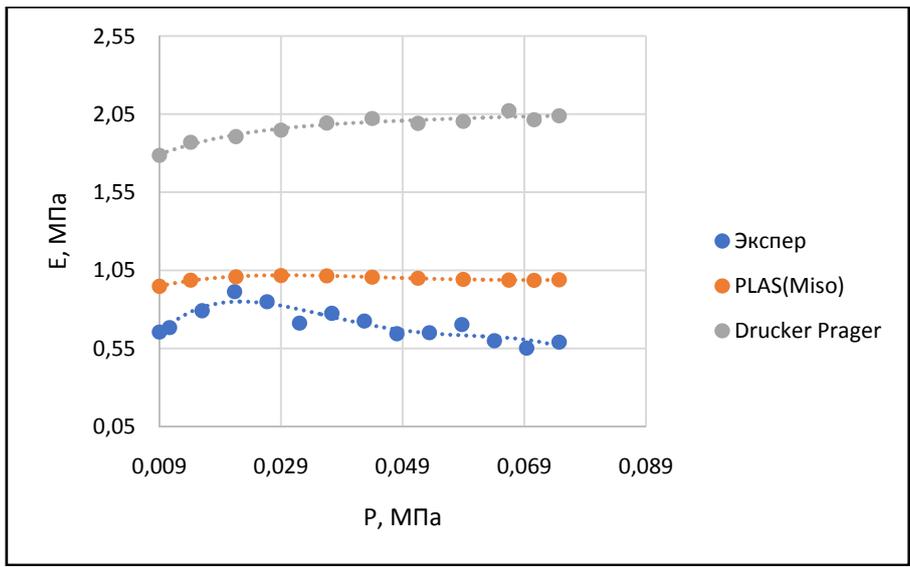


Рисунок 3- Зависимостб Е-Р при плотности = 1,53 г/см3.

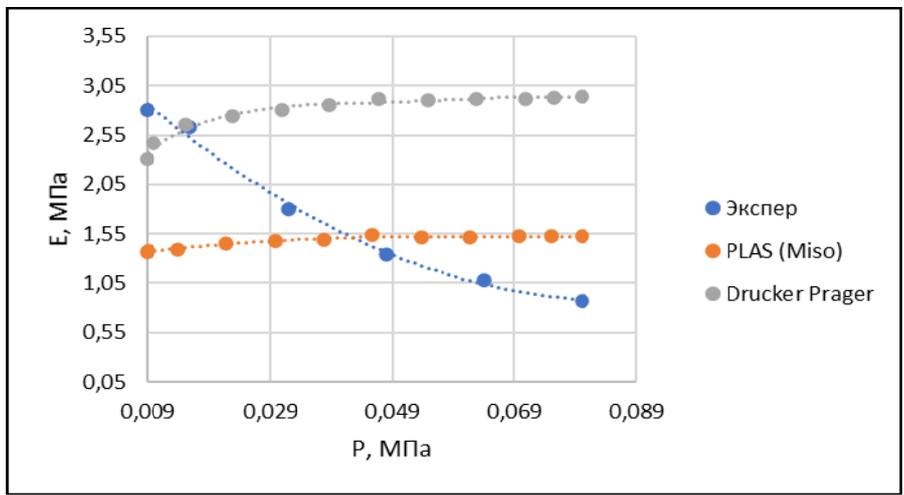


Рисунок 4- Зависимость Е-Р при плотности = 1,59 г/см3.

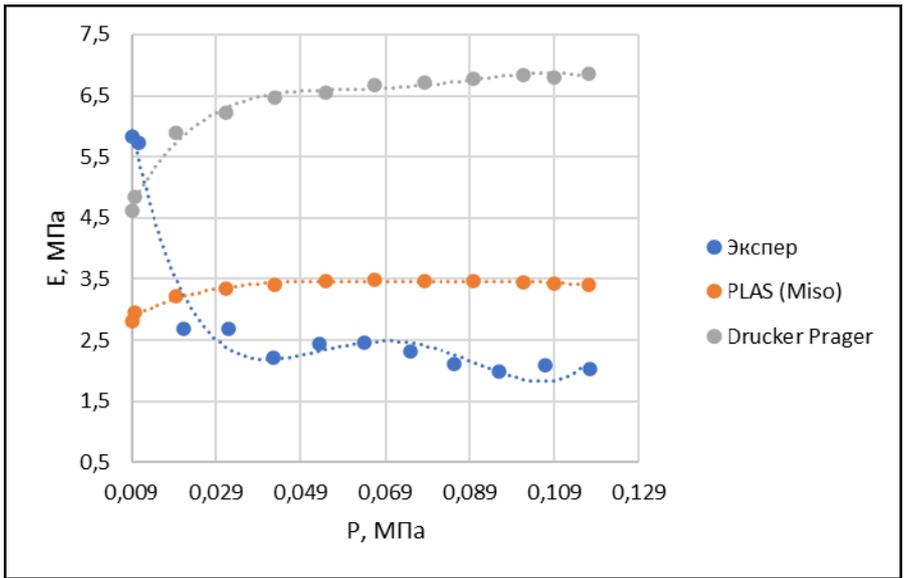
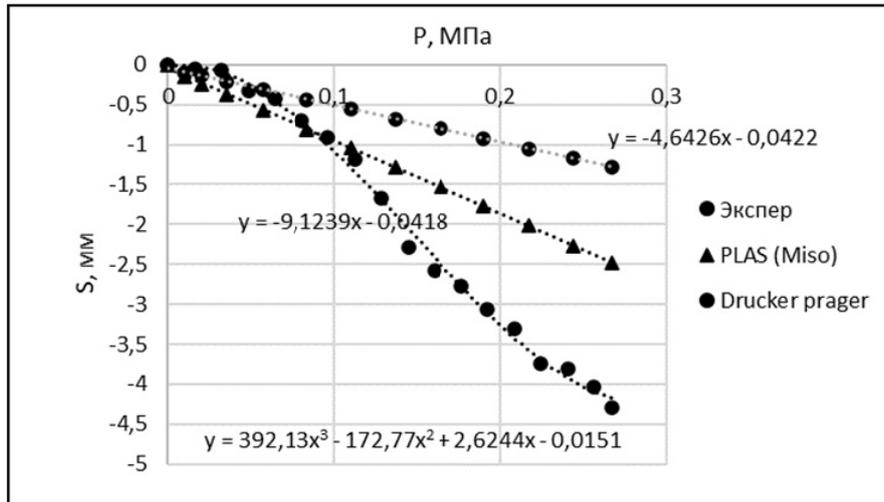
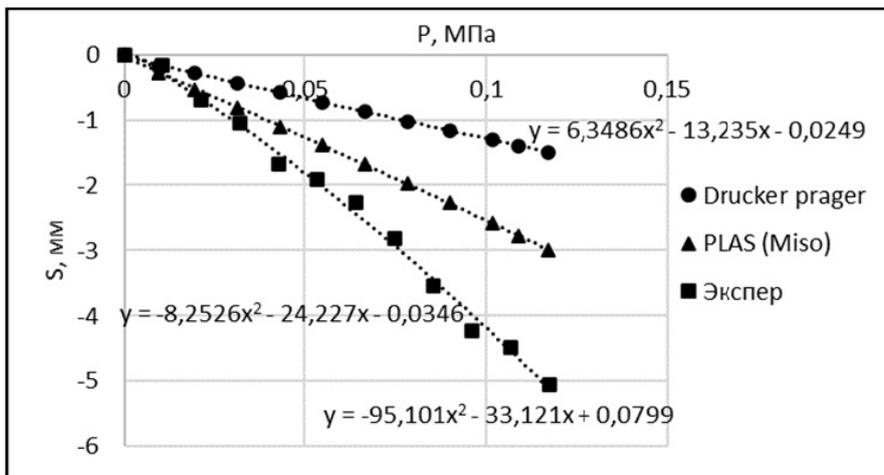


Рисунок 5- Зависимость Е-Р при плотности = 1,62 г/см3.

а)



б)



в)

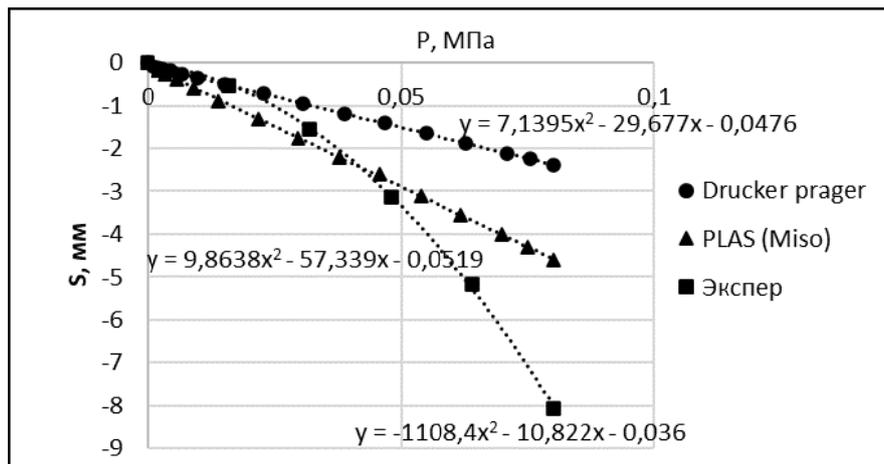
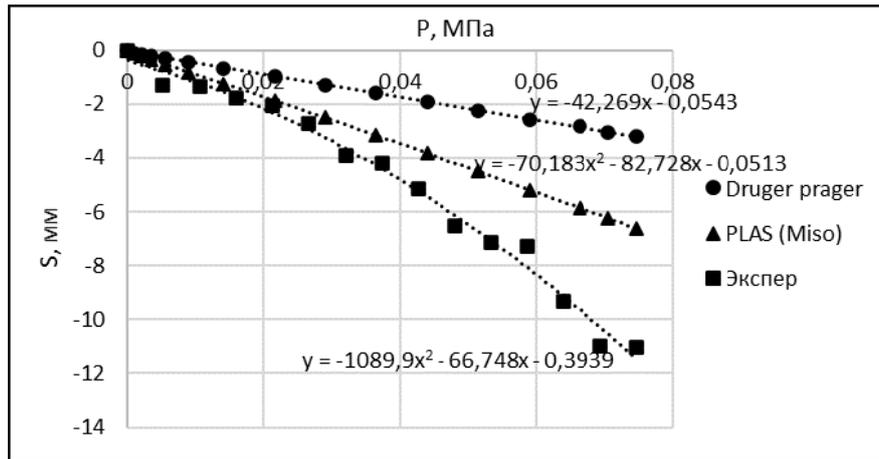


Рисунок 6 - Зависимость осадки штампа от давления при плотности:

б) –

а)



б)

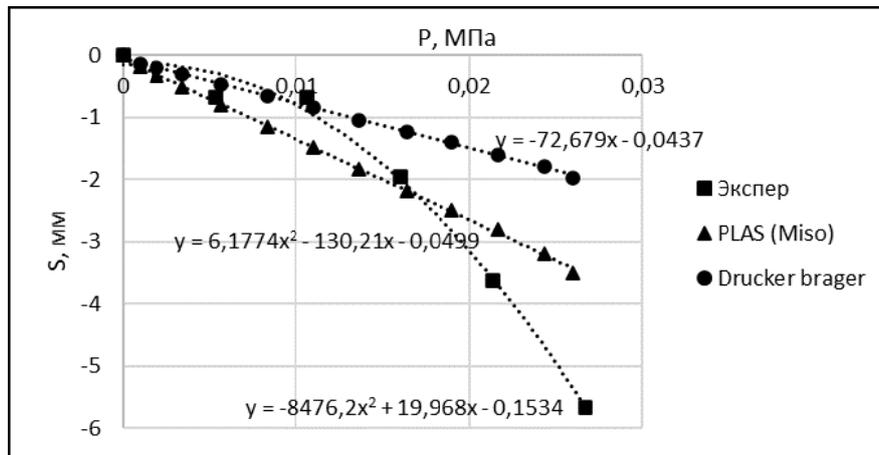


Рисунок 7 - Зависимость осадки штампа от давления при плотности:

б) –

Заключение.

Изменение плотности с 1,53 до 1,62 г/см³ привело к увеличению разрушающей нагрузки в 1,57 раза, а изменение плотности с 1,62 до 1,66 г/см³ в 2,42 раза. Значения модуля деформации увеличились – в 1,43- 4,5 раз, соответственно.

По сравнению с результатами экспериментов наиболее близкие расчетные значения получены с использованием модели PLAS (Miso) и на начальных ступенях нагружения и при разрушении.

Список использованных источников

1. Безгодов М. А., Калошина С. В. Выбор модели грунта при численном моделировании влияния разработки глубоких котлованов на существующую застройку // Вестн. Перм. нац. исслед. политех. ун-та. Прикладная экология. Урбанистика. 2012. № 2. С. 17–27
2. Орехов В. В., Орехов М. В. Использование модели упрочняющегося грунта для описания поведения песка различной плотности при нагружении // Вестн. МГСУ. 2014. № 2. С. 91–97.
3. Drucker, D.C. Soil mechanics and plastic analysis of limit design / D.C. Drucker, W. Prager // Quarterly of applied mechanics. – 1952. – Vol. 10. – No. 2. – pp. 157–165.
4. ANSYS Manuals version 18.1.
5. Mouratidis, A. and Pantelidis, L.: The domain of Modulus of Elasticity and Modulus of Deformation, 2nd Hellenic Highway Engineering Conference, Volos, Greece 2005
6. Pantelidis, Lysandros. "Determining of the soil strength characteristics through the plate bearing test." *Foundations of Civil and Environmental Engineering* 11 (2008): 55-65.
7. Лавров, Сергей Николаевич. "Методика исследований деформационных свойств дисперсных грунтов расклинивающим дилатометром в полевых условиях." PhD diss., Автореферат диссертации на соискании ученой степени кандидата технических наук. Барнаул, 2011.
8. ANSYS Theory Reference, Eleventh Edition, Swanson Analysis Systems (1999).

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕПЛОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ МАЛОЭТАЖНОГО ЖИЛОГО ДОМА

Ярцев В.П.

*ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», профессор, доктор
технических наук, профессор кафедры «Конструкции зданий и сооружений»
e-mail: kzis@nnn.tstu.ru*

Кузнецов В.А.

*ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», аспирант
e-mail: Kuznetsov_Vladislav_Andreevich@mail.ru*

Рассмотрен многоквартирный жилой дом, который был построен компанией «ТАМАК» в Тамбовской области и проведена тепловизионная съемка.

Структура наружных стен дома:

- ГЛК-А-ПК (кроме гаража), в санузле - ГКЛВ-А-ПК, толщина 12,5 мм, коэффициент теплопроводности 0,29 Вт/(м·С);
- ЦСП-1, толщина 12 мм, плотность 1300 кг/м³, коэффициент теплопроводности 0,26 Вт/(м·С);
- пароизоляция – плёнка Ондутис R-100;
- деревянный каркас толщиной 144 мм (в гараже и хозяйственном помещении 110 мм);
- утеплитель из минераловатных плит плотностью 75 кг/м³, коэффициент теплопроводности 0,042 Вт/(м·С);
- ЦСП-1, толщина 12 мм, плотность 1300 кг/м³, коэффициент теплопроводности 0,26 Вт/(м·С).

Наружная отделка стен – жесткий фасадный утеплитель «Изорок» толщиной 100 мм, штукатурка, покраска. Элементы декора из фасадной плитки.

Нормируемые значения сопротивления теплопередаче рассчитаны согласно СНиП 23-03-2003 «Тепловая защита зданий» табл. 4 [1]. Результаты расчётов приведены в таблице 1.

Таблица 1

Нормируемые значения сопротивления теплопередаче

Ограждающая конструкция	Сопротивление теплопередаче м ² ·°С/Вт
Наружные стены	3,07
Окна	0,51
Потолок мансарды	4,04
Цокольное перекрытие	0,58

Коэффициент сопротивления теплопередаче стеновых конструкций определяем по формуле:

$$R_O = \frac{1}{\alpha_H} + \sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_B} \quad (1)$$

$$R_O = \frac{1}{8,7} + \frac{0,02}{0,87} + \frac{0,0125}{0,29} + \frac{0,012}{0,26} + \frac{0,144}{0,042} + \frac{0,012}{0,26} + \frac{0,1}{0,04} + \frac{1}{23} = 6,25 \text{ м}^2 \cdot \text{°С/Вт}.$$

Площадь наружных стен составляет 95,93 м².

Сопротивление теплопередаче наружных стен гаража равно:

$$R_O = \frac{1}{8,7} + \frac{0,02}{0,87} + \frac{0,012}{0,26} + \frac{0,11}{0,042} + \frac{0,012}{0,26} + \frac{0,1}{0,04} + \frac{1}{23} = 5,39 \text{ м}^2 \cdot \text{°С/Вт};$$

Площадь составляет 22,64 м².

Сопротивление теплопередаче наружных стен хозяйственного помещения равно:

$$R_O = \frac{1}{8,7} + \frac{0,02}{0,87} + \frac{0,0125}{0,29} + \frac{0,012}{0,26} + \frac{0,11}{0,042} + \frac{0,012}{0,26} + \frac{0,1}{0,04} + \frac{1}{23} = 5,44 \text{ м}^2 \cdot \text{°С/Вт};$$

Площадь составляет 12,77 м².

Сопротивление теплопередаче конструкции потолка мансарды:

$$R_O = \frac{1}{8,7} + \frac{0,0125}{0,29} + \frac{0,35}{0,042} + \frac{1}{23} = 8,53 \text{ м}^2 \cdot \text{°С/Вт};$$

Площадь составляет 104,8 м².

Сопротивление теплопередаче конструкции полов дома:

$$R_O = \frac{1}{8,7} + \frac{0,02}{0,26} + \frac{0,195}{0,04} + \frac{0,012}{0,26} + \frac{0,03}{0,13} + \frac{0,1}{0,038} + \frac{1}{23} = 8,02 \text{ м}^2 \cdot \text{°С/Вт};$$

Площадь составляет 61,77 м².

Сопротивление теплопередаче конструкции полов санузла:

$$R_0 = \frac{1}{8,7} + \frac{0,02}{0,26} + \frac{0,195}{0,04} + \frac{0,012}{0,26} + \frac{0,03}{0,35} + \frac{0,024}{0,29} + \frac{1}{23} = 5,32 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт};$$

Площадь пола санузла составляет 5,77 м².

Спротивление теплопередаче конструкции полов гаража:

$$R_0 = \frac{1}{8,7} + \frac{0,02}{0,26} + \frac{0,195}{0,04} + \frac{0,012}{0,26} + \frac{0,1}{1,39} + \frac{0,03}{0,35} + \frac{1}{23} = 5,31 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт};$$

Площадь пола гаража составляет 20,74 м².

Общий коэффициент теплопередачи здания рассчитывается по формуле:

$$K_m^{tr} = (\sum_{i=1}^n \frac{R_{0i}}{S_i}) / S_{\text{общ}} \quad (2)$$

$$K_m^{tr} = \frac{\frac{6,25}{95,93} + \frac{5,39}{22,64} + \frac{5,44}{12,77} + \frac{0,645}{22,98} + \frac{8,53}{104,8} + \frac{8,02}{61,77} + \frac{5,32}{5,77} + \frac{5,31}{20,74}}{359,49} = 0,23 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{°C}).$$

Нормативное значение составляет 0,37 Вт/(м²·°C). Нормативное значение больше фактического, следовательно, ограждающие конструкции здания соответствуют требованиям [2].

Исследование проводилось путём: осмотра объекта, измерений при помощи лазерного дальномера, тепловизора Testo 875-2, термогигрометра Testo 605-N1, использования нормативной и технической литературы, расчётов с применением лицензионного программного обеспечения IRSoft, фотофиксации с использованием цифровой камеры [3].

Качество теплоизоляции ограждающих конструкций зданий определяется в ходе обследования, которое включает в себя: тепловизионное обследование наружных поверхностей ограждения, измерения перепадов температур наружного воздуха по отношению к температуре внутреннего воздуха во внутренних помещениях.

Обследование позволяет выявить дефекты в стеновых панелях и в стыках между панелями, угловых стыках; участки повышенной эксфильтрации и инфильтрации в стыках между панелями или в заполнениях световых проёмов и т.д., кроме того, могут быть выявлены участки потенциально опасные в отношении выведения точки росы на внутреннюю поверхность и промерзания.

Как результат тепловизионного обследования - определяются места и размеры участков, где необходимо произвести работы для восстановления требуемых теплозащитных качеств конструкций, что приведет к снижению тепловых потерь и экономии ресурсов [4].

Кроме того, программная обработка результатов натурального исследования, с учетом методических рекомендаций, позволяет с достаточной степенью достоверности оценить количественные теплозащитные характеристики наружных ограждающих конструкций/

Рассмотрим участки каркасно – панельного дома, исследуемого тепловизором Testo 875-2 (рисунки 1-6).

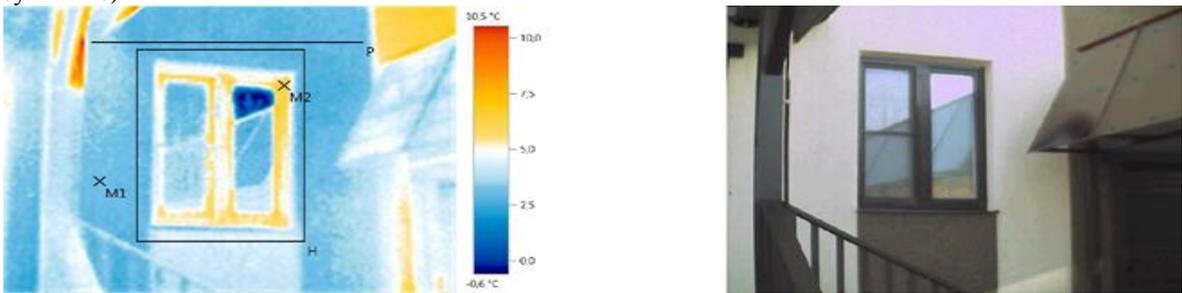


Рисунок 1 - Тепловизионное исследование. Фрагмент 1

Таблица 2

Результаты измерения по 1 фрагменту

Измеряемые объекты	Темп. [°C]	Излуч.	Отраж. темп. [°C]	Примечания.
Точка измерения 1	3,3	0,95	23,0	
Точка измерения 2	6,4	0,95	23,0	

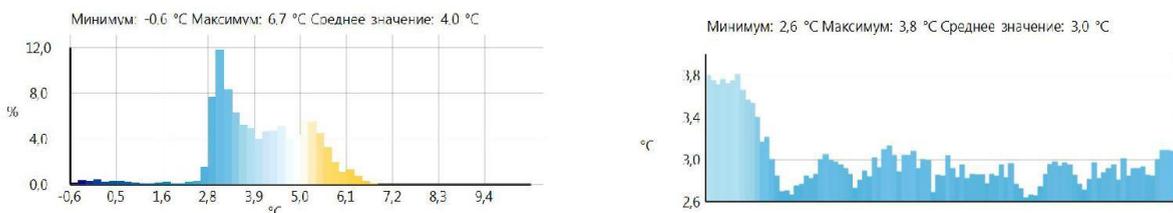


Рисунок 2 – Гистограмма и линия профиля по 1 фрагменту

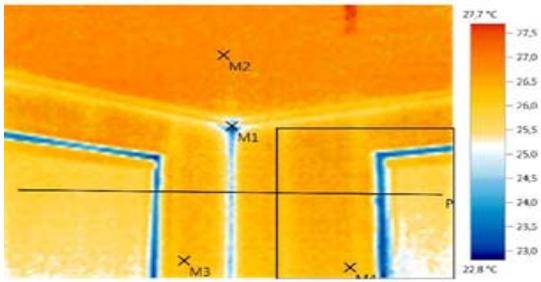


Рисунок 3 - Тепловизионное исследование. Фрагмент 2

Таблица 3

Результаты измерения по 2 фрагменту

Измеряемые объекты	Темп. [°C]	Излуч.	Отраж. темп. [°C]	Примечания.
Точка измерения 1	24,4	0,95	23,0	
Точка измерения 2	26,8	0,95	23,0	
Точка измерения 3	26,8	0,95	23,0	
Точка измерения 4	26,8	0,95	23,0	

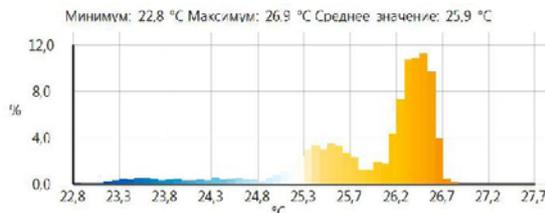


Рисунок 4 – Гистограмма и линия профиля по 2 фрагменту

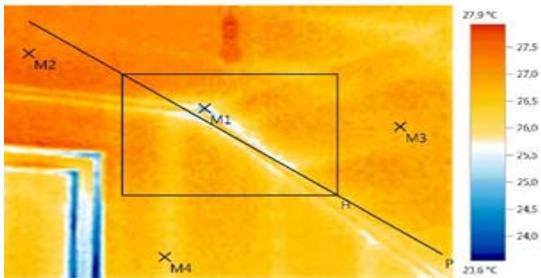


Рисунок 5 - Тепловизионное исследование. Фрагмент 3

Таблица 4

Результаты измерения по 3 фрагменту

Измеряемые объекты	Темп. [°C]	Излуч.	Отраж. темп. [°C]	Примечания.
Точка измерения 1	25,2	0,95	23,0	
Точка измерения 2	27,4	0,95	23,0	
Точка измерения 3	26,8	0,95	23,0	
Точка измерения 4	26,3	0,95	23,0	

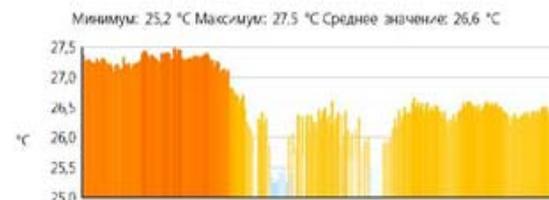


Рисунок 6 – Гистограмма и линия профиля по 3 фрагменту

По результатам тепловизионного обследования наружных ограждающих конструкций жилого дома №235 по ул. Селезневская, поселок Радужный Тамбовской области зафиксировано, что сопротивление теплопередачи наружных стен по их глади с учетом каркаса ниже требуемой величины по [1], но при этом соответствует допустимому уровню снижения на 37%, при условии обеспечения нормативного уровня теплопотребления.

Тщательно разработанные и качественно выполненные проекты энергоэффективных домов компаний «ТАМАК» позволяют вдвое снизить расходы на отопление в сравнении с аналогичными каменными и иными зданиями. В настоящее время энергоэффективность является одной из базовых характеристик престижного и качественного жилья. Подобная экономия является одним из ключевых факторов при продаже домов на вторичном рынке и способствует минимальному снижению стоимости во времени.

В Российской Федерации для каждого региона разработаны определенные параметры теплоэнергетических характеристик ограждающих конструкций. Стеновые панели «ТАМАК» заметно превосходят большинство актуальных нормативов.

Список используемых источников

1. СП 50.13330.2012 «Тепловая защита зданий» - М.: Минрегион России, 2012.
2. ВСН 43-96. Ведомственные строительные нормы по теплотехническим обследованиям наружных ограждающих конструкций зданий с применением малогабаритных тепловизоров, - М.: Минрегион России, 1996.
3. ГОСТ 26629. Метод тепловизионного контроля качества теплоизоляции ограждающих конструкций. – М.: Минрегион России, 1986.
4. МДС 23-1.2007. Методические рекомендации по комплексному теплотехническому обследованию наружных ограждающих конструкций с применением тепловизионной техники. ФГУП «НИЦ «Строительство» 2007г.

УДК 691.165; 691.181

67.09.43 Органические материалы и строительные изделия на их основе

ВЛИЯНИЕ ОТХОДОВ КОЖЕВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА НА ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ СВОЙСТВА СТРОИТЕЛЬНОГО БИТУМА

Ярцев В.П.,

*ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», профессор, доктор технических наук, профессор кафедры «Конструкции зданий и сооружений»
e-mail: jarcev21@rambler.ru*

Мамонтов С.А.,

*ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», старший преподаватель кафедры «Конструкции зданий и сооружений»
e-mail: kardinal61@mail.ru*

Савенков Д.А.

*ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», магистрант
e-mail: savvv1798@gmail.com*

Выбранная тема исследования актуальна ввиду ухудшения экологической ситуации в мире. Отходы различных кожевенных производств из-за отсутствия действенных методов утилизации, как правило, вывозят на свалки или закапывают вне специальных полигонов, тем самым загрязняя окружающую среду. На практике решение этой проблемы нашло отражение во многих научных работах. К примеру, кожевенная пыль применяется в наполнении резиновых смесей на основе различных каучуков [1], авторами работы [2] получено вяжущее для асфальтобетонных смесей, а ООО "Курская кожа" разработало и запатентовало способ подготовки вспучивающего компонента для сырьевой смеси производства керамзита [3] и т.д.

В данной работе также был поднят вопрос о вторичном использовании отходов, которые рассматривались в качестве наполнителя самого распространенного строительного битума марки БН 90/10. Отходы были просеяны через стандартный набор сит с разбиением по фракциям 0,16; 0,315; 0,63; 1,25;

2,5 и добавлялись в пропорциях 5, 10, 15% от массы битума. Получившийся композитный материал был проверен по ряду характеристик.

Первая характеристика - *температура размягчения битума*, под которой подразумевается температура, при которой битумы из относительно твердого состояния переходят в относительно жидкое. Рассматриваемое свойство битума характеризует верхний температурный предел его применения. Введение кожевенных отходов привело к изменению среднего значения температуры размягчения битума. Результаты эксперимента приведены в таблице 1.

Таблица 1

Лабораторные значения температур размягчения битумных образцов

№ образца	Левый шар, t °С	Правый шар, t °С
1 (без кож. наполнителя)	94	90
9 (0,16 мм; 10%)	100	90
37 (1,25 мм; 15%)	94	92
48 (2,5 мм; 15%)	95	92
55 (полифракц. состав; 10%)	92	95

Исходя из того, что все значения температур размягчения укладываются в нормативные значения ГОСТ [4], можно сделать вывод, что свойства материала по данному показателю при введении кожевенных отходов не ухудшились.

Далее рассматривалась такая характеристика битума, как *дуктильность*. Она характеризует степень структурированности битумов, пластичность и косвенно устойчивость к образованию температурных трещин. Данные приведены в таблице 2.

Введение кожевенных отходов привело к изменению максимального значения растяжимости битума. Также, несмотря на незначительное снижение значений дуктильности после введения отходов кожевенного производства, следует сказать, что все экспериментально полученные значения укладываются в нормируемый диапазон по ГОСТ [5].

Таблица 2

Лабораторные значения растяжимости битумных образцов

№ образца	1 образец, см	2 образец, см
1 (без кож. наполнителя)	3	4
10,11 (0,16 мм; 15%)	6	2
37, 38 (1,25 мм; 15%)	3	3,4
46, 48 (2,5 мм; 15%)	2,5	2,8
55, 56 (полифракц. состав; 15%)	2,7	3,8

В число главных характеристик битума входит *пенетрация* (глубина проникновения иглы), будучи по существу параметром вязкости, также характеризует изменение пластичности среды в зависимости от изменения ее количества и состава.

Введение кожевенных отходов привело к уменьшению значения пенетрации битума. Данные приведены в таблице 3.

Таблица 3

Лабораторные значения пенетрации битумных образцов

№ образца	Глубина проникновения иглы, мм		
3 (без кож. наполнителя)	0,8	1,1	0,9
11 (0,16 мм; 15%)	0,2	0,3	0,3
38 (1,25 мм; 15%)	0,3	0,4	0,4
47 (2,5 мм; 15%)	0,5	0,4	0,4
55 (полифракц. состав; 15%)	0,4	0,3	0,4

На основании нормативных значений пенетрации по ГОСТ [6] (глубина проникновения иглы –0,5 - 2 мм) следует отметить, что в результате введения кожевенного наполнителя среднее значение глубины проникновения иглы в битум снизилось практически на 50%, что доказывает изменение пластичности (вязкости) дисперсионной среды. Сравнительный график результатов эксперимента приведен на рисунке 1.

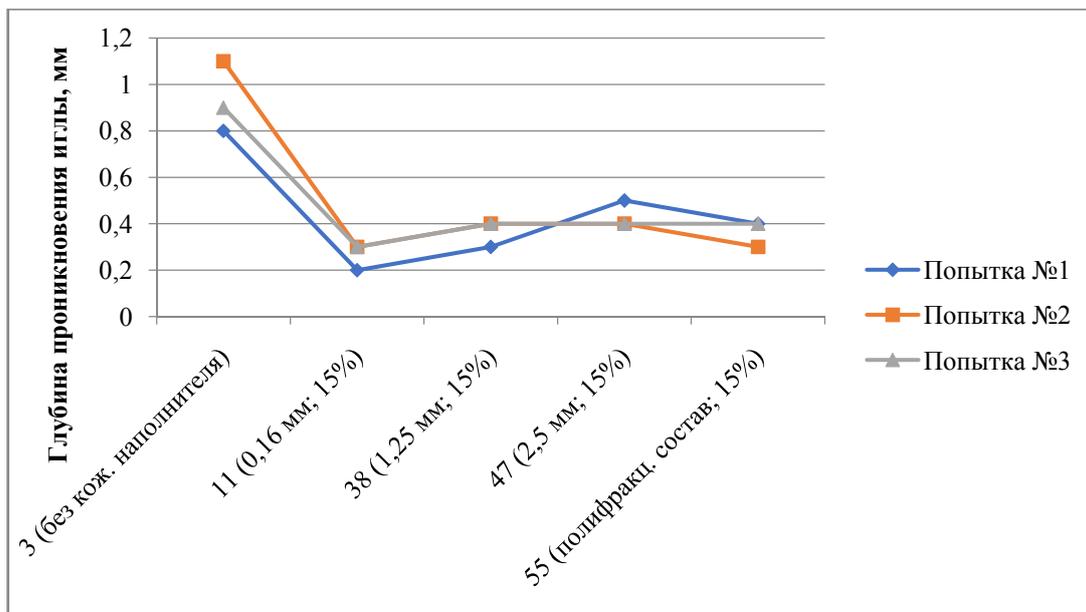


Рисунок 1 – Изменение значений глубины проникания иглы в битумные образцы в зависимости от размера фракций кожевенного наполнителя

В результате воздействия высокой температуры из кожевенных отходов удалялась вся влага, а размеры частиц уменьшались. Был проведен анализ влияния кожевенных отходов на *плотность* битума. На рисунке 2 изображен сравнительный график плотностей образцов в зависимости от содержания в них кожевенных частиц определенной крупности.

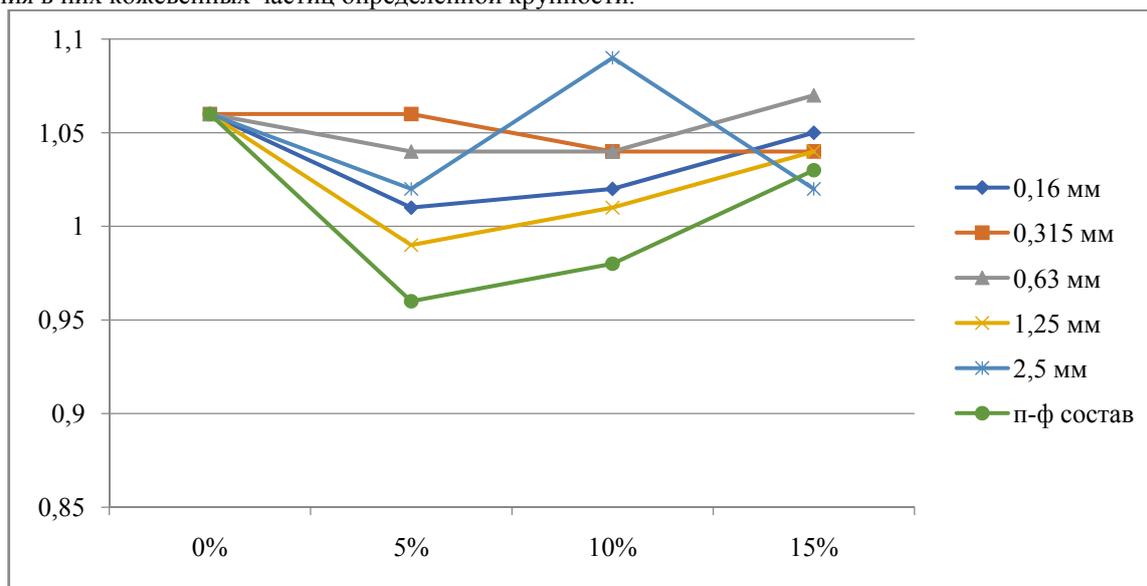


Рисунок 2 – Зависимость плотности от процентного содержания кожевенного наполнителя определенной крупности в битумном образце

На графике прослеживается четкая закономерность: с повышением процента кожевенных отходов в битумном образце растет и плотность. Однако максимальное значение плотности на графике зафиксировано у битумного образца с 10% содержанием фракции наполнителя крупностью 2,5 мм.

Т.к. этот материал рассматривается, как строительный, необходимо было провести опыты с приложением разного рода нагрузок, которым подвергаются строительные материалы, вследствие чего они испытывают различные напряжения в конструкциях, в числе которых – *сжатие*. На основании результатов эксперимента можно сделать вывод о том, что сжатие битумных образцов с различным содержанием кожевенных отходов происходило медленнее, чем у битумного образца без кожевенных отходов, что можно отнести к положительному влиянию наполнителя на данное свойство битума. Сравнительный график значений приведен на рисунке 3.

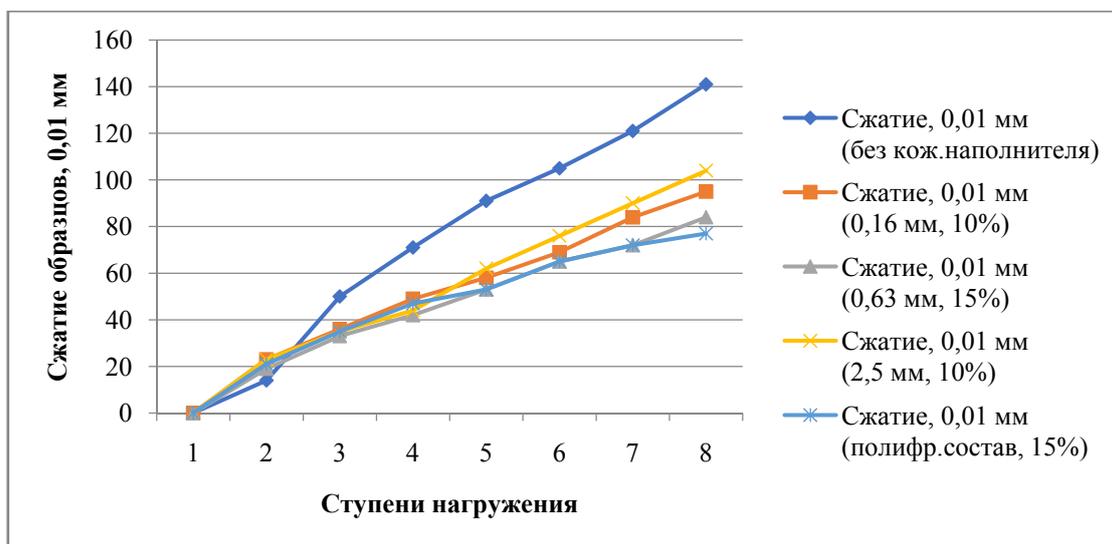


Рисунок 3 - Изменение значений абсолютного сжатия битумных образцов в зависимости от процентного содержания кожевнного наполнителя

Битумные композиты могут работать и на *изгиб* – характеристика прочности строительных материалов, которая выражается в численном значении предела прочности на изгиб, т.е. напряжении, возникающем в материале от действия внешних нагрузок и вызывающем разрушение. Сравнительный график результатов эксперимента приведен на рисунке 4.

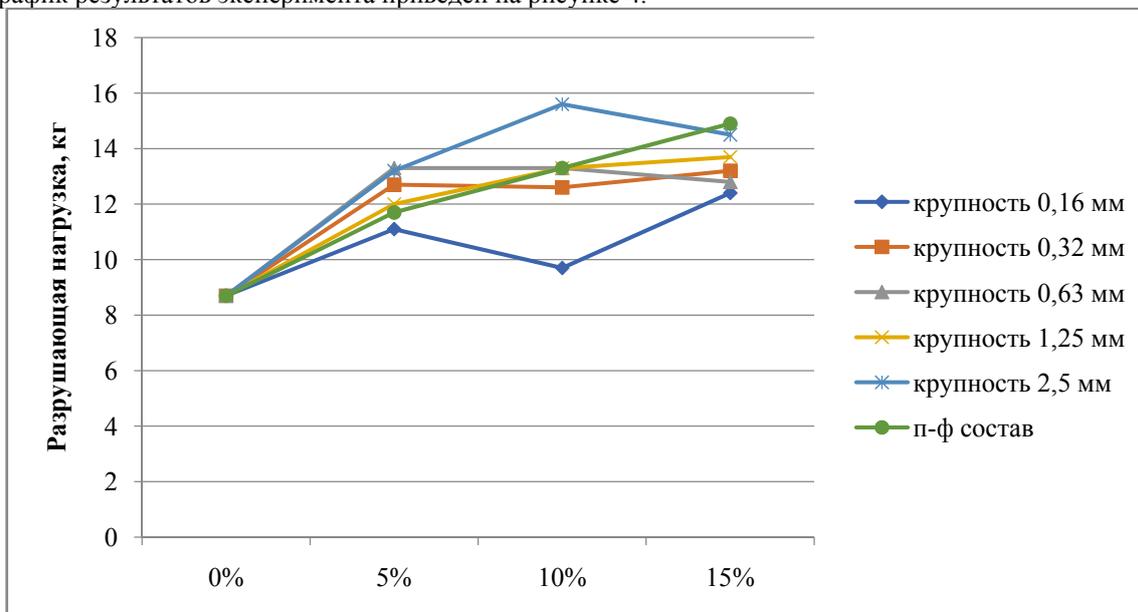


Рисунок 4 - Значения разрушающей нагрузки при изгибе образцов в зависимости от процентного содержания кожевнного наполнителя

Исходя из полученных результатов опыта, можно сделать вывод о том, что введение кожевнных отходов в битум существенно повлияло на их прочность при изгибе. Введение кожевнных частиц в битум позволяет получить прирост прочности при изгибе на 40%.

В конструкции материал подвергается воздействию окружающей среды, поэтому необходимо определить его *водопоглощение* – одну из базовых характеристик материала, отражающую способность впитывать и удерживать влагу внутри себя. Метод заключается в определении массы воды, поглощенной битумным образцом при выдержке его в воде в течение 24-х часов. Водопоглощение по массе вычисляется по формуле:

$$W = \frac{m_1 - m}{m} \cdot 100, \quad (1)$$

где m – масса высушенного образца, г;

m_1 – масса образца после выдержки в воде, г.

Значения величины водопоглощения приведены в сравнительной таблице 4.

Лабораторные значения масс битумных образцов до и после погружения в воду

№ образца	m, г	m, г	W, %
1 (без кож.нап.)	24,12	24,12	0
10 (0,16 мм; 15%)	23,47	23,47	0
19 (0,315 мм; 15%)	24,26	24,26	0
29 (0,63 мм; 15%)	22,67	22,67	0
39 (1,25 мм; 15%)	25,73	25,73	0
48 (2,5 мм; 15%)	25,96	25,96	0
55 (п-ф; 15%)	29,63	29,63	0

Из результатов опыта следует, что водопоглощение наполненных кожевенной стружкой образцов не изменилось по сравнению с исходным битумным вяжущим и равно нулю, что свидетельствует о стойкости композита к агрессивному воздействию влаги. Данный факт связан с уплотнением кожевенных частиц в результате температурной усадки при изготовлении композита.

Обобщая результаты проведенного исследования, хотелось бы отметить, что введение кожевенного наполнителя в пределах 15% несколько не снижает технические показатели исходного строительного битума и значительно повышает его механические характеристики.

Полученный положительный эффект свидетельствует о выборе правильного направления по утилизации твердых кожевенных отходов и требует дальнейшего детального изучения.

Список использованных источников

1. Абеева, Д.Ж. Новые направления использования отходов кожевенного производства / Д.Ж. Абеева, М.В. Блиева // Электронный научный журнал «Международный студенческий научный вестник». 2014 г. – С. 2 – 4.
2. Бусел, А.В. Способ получения вяжущего для дорожного строительства. Патент на изобретение RUS 2049796 // А.В. Бусел, В.В. Шевчук, В.А. Веренько и др. – Республика Беларусь: Научно-производственное предприятие "Экотех", 1995.
3. ООО «Курская кожа». Способ подготовки вспучивающего компонента для сырьевой смеси производства керамзита. Патент на изобретение RUS 2214978, 2002.
4. ГОСТ 11506-73 Битумы нефтяные. Метод определения температуры размягчения по кольцу и шару (с Изменениями N 1, 2, 3)
5. ГОСТ 11505-75 Битумы нефтяные. Метод определения растяжимости (с Изменениями N 1, 2)
6. ГОСТ 11501-78 Битумы нефтяные. Метод определения глубины проникания иглы (с Изменениями N 1, 2, 3, 4)

УДК 691.116

67.09.41 Древесина и строительные изделия из нее

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ДОЛГОВЕЧНОСТИ ДРЕВЕСНЫХ КОМПОЗИТОВ ГРАФОАНАЛИТИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКОЙ РЕЗУЛЬТАТОВ УСКОРЕННОГО СТАРЕНИЯ

Мамонтов С.А.,

*ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», старший преподаватель кафедры «Конструкции зданий и сооружений»
e-mail: kardinal61@mail.ru*

Мамонтов А.А.,

*ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», старший преподаватель кафедры «Конструкции зданий и сооружений»
e-mail: sansanich1409@yandex.ru*

В статье описывается метод прогнозирования долговечности древесных композитов по результатам ускоренного старения, позволяющий учитывать совместное длительное действие факторов старения и механической нагрузки. Приведены уравнения долговечности и графоаналитический способ расчета коэффициентов, входящих в эти уравнения. Представлены результаты апробации разработанного метода прогнозирования на примере строительной фанеры.

Ключевые слова: прогнозирование долговечности, ускоренное старение, древесные композиты, графоаналитический метод.

В настоящее время прогнозирование долговечности часто рассматривается с позиций термофлуктуационной концепции разрушения твердого тела, согласно которой, процесс разрушения является результатом разрыва межатомных, либо химических связей посредством теплового движения, флуктуации которого превышают энергию разрываемых связей. Внешняя нагрузка снижает энергию связей и не дает им рекомбинироваться, а время необходимо для накопления дефектов структуры, приводящих к её разрушению при любой температуре [2, 3]. При этом теоретическая долговечность рассчитывается по обобщенному уравнению С.Н. Журкова (1) и определяется набором физических констант, являющихся атомно-молекулярной и структурно-механической характеристиками материала [2, 3].

$$\lg \tau = \lg \tau_m + \frac{U_0 - \gamma \cdot \sigma}{2.3R \cdot T} \cdot \left(1 - \frac{T}{T_m}\right) \quad (1)$$

где τ_m - период колебания кинетических единиц, с; U_0 - эффективная энергия активации, кДж/моль; γ - структурно – механическая константа, кДж/(МПа×моль); T_m - предельная температура существования материала, К; σ - напряжение в материале, МПа; T - температура эксплуатации, К; R – универсальная газовая постоянная, кДж/(моль×К); τ - время до разрушения (долговечность), с.

Однако при таком подходе совершенно не учитывается дополнительное, помимо механической нагрузки и температуры, длительное влияние факторов окружающей среды, вызывающее старение материалов, что снижает точность прогноза долговечности.

Учесть влияние старения при прогнозировании долговечности можно с помощью графоаналитической обработки прямых долговечности, описывающих зависимость времени до разрушения от величины напряжения для материала, не подверженного старению, и материала после различного рода воздействий при ускоренном лабораторном старении.

Прогнозирование долговечности с помощью графоаналитического метода осуществляется по следующим уравнениям:

- если прямые долговечности исходного материала и состаренного пересекаются (рисунок 1):

$$\lg \tau = A + 0,435(B_0 - d\sigma)(t_{cm,чac} - C) - (U_0 - \gamma\sigma)(1/T_0 - 1/T_i)/2,3R \quad (2)$$

- если прямые долговечности исходного материала и состаренного параллельны друг другу (рисунок 2):

$$\lg \tau = A + 0,435 \cdot B_0 \cdot t_{cm,чac} - d\sigma - U(1/T_0 - 1/T_i)/2,3R \quad (3)$$

где A , B_0 , d и C – коэффициенты, определяемые графоаналитическим методом (рисунок 1 и 2); U , U_0 , γ – термофлуктуационные константы материала, не подверженного старению; $t_{cm,чac}$ – продолжительность ускоренного лабораторного старения, ч; T_0 – температура получения прямой долговечности для неподверженного старению материала, К; T_i – температура эксплуатации материала, К; σ – напряжение, МПа; $R = 8,31$ Дж/мольК – универсальная газовая постоянная.

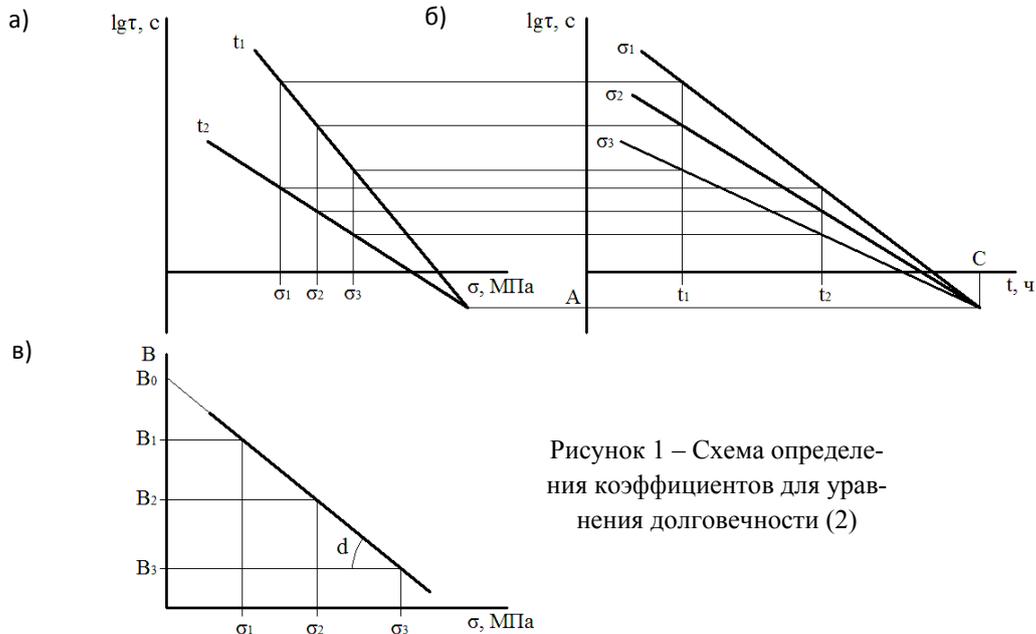


Рисунок 1 – Схема определения коэффициентов для уравнения долговечности (2)

Порядок определения коэффициентов следующий:

1. В системе координат $lg\tau - \sigma$ экспериментально строятся прямые долговечности для исходного материала t_1 и материала, состаренного ускоренно в течение времени t_2 (рисунок 1а и 2а);
 2. Задаваясь несколькими напряжениями, прямые перестраиваются в координатах $lg\tau - t_{ст.час.}$ (рисунок 1б и 2б);
 3. В новой системе координат по уравнениям регрессии, полученным в программе MSExcel, находятся коэффициенты A и C - координаты точки пересечения прямых (рисунок 1б);
 4. В случае параллельных прямых коэффициент A ищется по прямой в координатах $lg\tau - t_{ст.час.}$ как $A = lg\tau_i + d\sigma_i$. Здесь $lg\tau_i$ находится экстраполяцией прямой σ на ось $lg\tau$ до $t_{ст.час.} = 0$ (рисунок 2б);
 5. Для нахождения коэффициента B_0 и d необходимо построить прямую в координатах $B - \sigma$ (рисунок 1в). С этой целью для каждого из трех напряжений находится $B_i = 2,3 \cdot \Delta lg\tau / \Delta t_{ст.}$, затем экстраполяцией полученной прямой до $\sigma = 0$ МПа находят B_0 . Коэффициент d равен тангенсу угла наклона прямой B от σ и принимается положительным, если функция убывает, и отрицательным, если возрастает (рисунок 1в).
- В случае параллельных прямых коэффициент d равен тангенсу угла наклона прямых в координатах $lg\tau - \sigma$ (рисунок 2а)

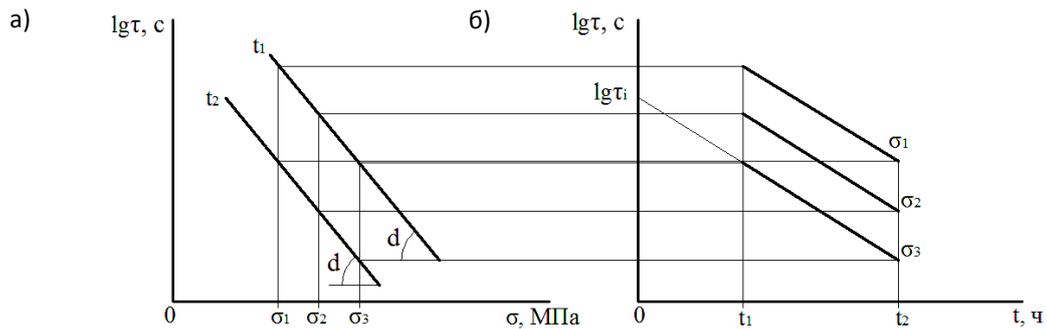


Рисунок 2 – Схема определения коэффициентов для уравнения долговечности (3)

Таким образом, имея значения термофлуктуационных констант для материала, неподверженного старению, и значения коэффициентов A , B_0 , d и C , можно прогнозировать долговечность, задаваясь температурой эксплуатации и напряжением, сокращая при этом трудоемкость ускоренного старения.

Проведем апробацию разработанного метода прогнозирования на результатах ускоренного теплового старения фанеры [1]. Например, необходимо спрогнозировать долговечность фанеры после 150 ч. теплового старения при 80°C по полученной экспериментально прямой долговечности после 50 ч. теплового старения (рисунок 3). Все построения и вычисления выполнены в программе MSExcel как для параллельных прямых.

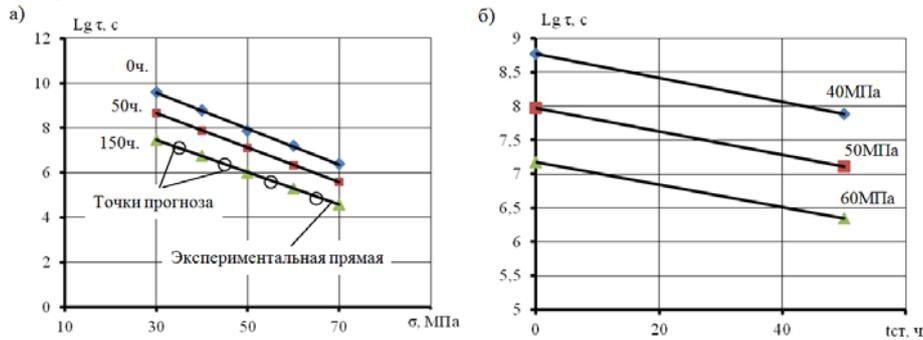


Рисунок 3 – Определение коэффициентов уравнения долговечности для фанеры после 50 ч. теплового старения

Поскольку прямые параллельны, для прогнозирования долговечности будем применять уравнение (3). Обработка прямых 0ч. и 50ч. графоаналитическим способом выявила следующие значения коэффициентов: $A = 11,69$, $B = -0,0293$, $d = 0,076$. Значит уравнение долговечности примет следующий вид:

$$lg\tau = 11,69 - 0,435 \cdot 0,0293 \cdot t_{ст.час.} - 0,076\sigma + 101,87 (1/293 - 1/T_i) / 2,3R \quad (4)$$

Так как прогнозировать долговечность будем для температуры 293 К, то слагаемое, отвечающее за температуру эксплуатации обратится в ноль. Таким образом, уравнение (4) примет вид: $lgt = 11,69 - 0,435 \cdot 0,0293 \cdot t_{ст, час} - 0,076\sigma$.

Для проверки надежности прогноза в координатах lgt от σ экспериментально построена прямая долговечности для фанеры, подверженной 150 ч. теплового старения (рисунок 3а). Видно, что рассчитанные по полученному уравнению точки хорошо ложатся на экспериментальную прямую.

Таким образом, для использования разработанного графоаналитического метода прогнозирования долговечности материалов необходимо:

1. Получить термоактивационные закономерности разрушения материала, не подверженного старению, в заданном интервале напряжений и температур.
2. Определить термофлуктуационные константы.
3. Провести ускоренное лабораторное старение материала для заданной продолжительности воздействия фактора.
4. Построить прямую долговечности для состаренного материала.
5. Обработать построенные прямые графоаналитическим методом с целью получения коэффициентов А, В, С и d.
6. Получить уравнение, с помощью которого можно прогнозировать долговечность состаренного материала.

Разработанный метод определения долговечности, безусловно, является перспективным, однако требует более обширной апробации на других материалах.

Список литературы

1. Мамонтов С.А., Киселева О.А. Тепловое и световое старение фанеры строительного назначения. Вестник гражданских инженеров.- 2014.- № 5 (46).- С. 85-89.
2. Ратнер С.Б. Физическая механика пластмасс. Как прогнозируют работоспособность? [Текст]/ С.Б. Ратнер, В.П. Ярцев// М.: Химия, 1992.-320с.
3. Ярцев В.П. Физико-технические основы работоспособности органических материалов в деталях и конструкциях [Текст]: Дис... д-ра техн. наук. – Воронеж, 1998.-350с.

УДК 692(075.8)

67.11.31: Строительство. Бетонные и железобетонные конструкции

ПРИМЕНЕНИЕ ТОНКОСТЕННЫХ ПРОСТРАНСТВЕННЫХ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ ПОКРЫТИЯ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

Умнов А.Е.,

ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», студент

e-mail: pfl65@yandex.ru

Худяков А.В.,

ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», к.т.н., доцент кафедры «Конструкции зданий и сооружений»

e-mail: chudajkov@mail.ru

Применение пространственных покрытий известно с глубокой древности (одним из примеров является храм Пантеон, построенный в Риме в 132—137 гг., был перекрыт кирпичным куполом диаметром 43 м, при его толщине 2 м). В течение столетий при строительстве зданий и сооружений человек возводил массивные структурные элементы, работающие на сжатие. Для перекрытия зданий, как правило, общественного назначения применялись своды или купола из камня, кирпича, бетона - материалов, могущих воспринимать в основном сжимающие напряжения.

С появлением железобетона, способного принимать любые формы и сопротивляться сжатию, растяжению и изгибу, стали создавать такие конструкции, в которых более рационально использовались свойства нового материала, на эти свойства можно оказывать влияние, т.е. создавать материал для конкретных условий эксплуатации.

Тонкостенные пространственные железобетонные конструкции — это результат многолетних исследований в области формообразования строительных большепролетных конструкций из различных материалов [1, 6]. Толщина оболочки в этих конструкциях измеряется несколькими сантиметрами, а

при её назначении должно выполняться условие: соотношение между толщиной и наименьшим радиусом оболочки $h < r_{min}/200$. Впервые они были применены в Германии в 1922 г. (купола фирмы «Карл Цейсе» диаметром $d = 20..40$ м, толщиной 4...8 см). В нашей стране пространственные покрытия применяют с 1928 г. [1].

В последние годы в результате развития строительной техники и совершенствования методов производства работ тонкостенные пространственные конструкции находят все более широкое применение, т.к. возросла потребность в сооружениях большой вместимости: торговых и выставочных центрах, рынках, спортивных и зрелищных сооружениях. Пролеты таких сооружений могут превышать 100 м, а вместимость более 100 тыс. человек [2].

В настоящее время проектировщики железобетонных конструкций знают, что наиболее экономичными при больших пролетах являются тонкостенные пространственные конструкции, состоящие из тонкостенных оболочек, очерченных по криволинейным поверхностям или поверхностям многогранников, и контурных элементов, передающих нагрузку от покрытия на колонны или несущие стены [2, 3]. Разновидности таких конструкций показаны на рисунке 1.

Из рисунка мы видим, что поверхность оболочки, в отличие от плоской плиты, обладает кривизной в одном или двух направлениях, в результате в оболочках возникают усилия преимущественно одного знака, что позволяет сократить значительно расход материалов на несущие конструкции здания. Возросший спрос на подобные сооружения породил активность в продолжении исследований в этой области [4].

С точки зрения архитектурной формы железобетонные тонкостенные покрытия дают наибольший простор для творческой фантазии. «Железобетонные оболочки, складки и висячие покрытия, как новый тип конструкции, принадлежат к интереснейшим явлениям современного инженерного искусства», — написал М. Санчес-Аркас еще в 1964 году — автор одной из лучших монографий, посвященных этой теме [5]. Возможности формообразования на основе таких конструкций практически не ограничены.

Интенсивное развитие железобетонных оболочек привело к тому, что сами понятия «пространственные конструкции», «пространственная работа» связывалось с оболочками. Чтобы творчески освоить их многообразие, инженер должен знать классификацию пространственных покрытий, уметь «видеть» элементы, из которых они составлены, понимать логику их геометрической и статической сущности. Общая классификация тонкостенных пространственных покрытий показана в таблице 1 [6].

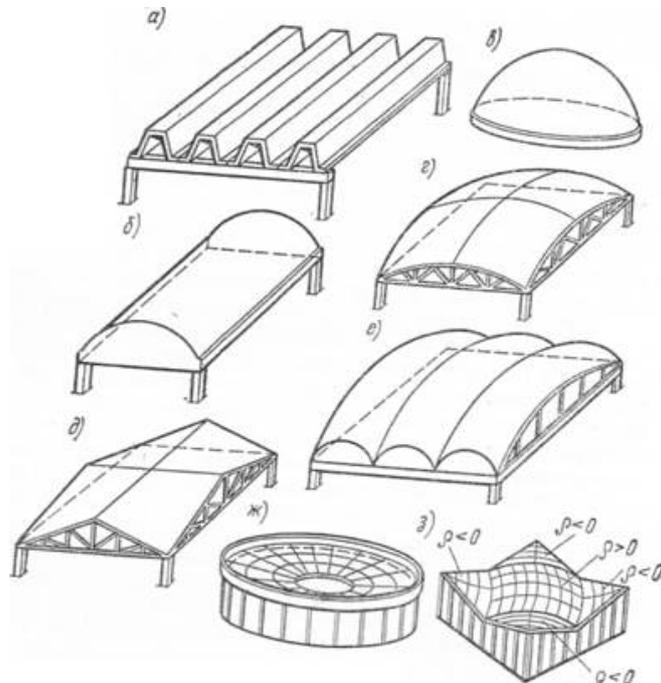


Рисунок 1 - Разновидности тонкостенных пространственных покрытий:

а - складка; б - цилиндрическая оболочка; в - купол; г - оболочка положительной гауссовой кривизны на прямоугольном плане; д - оболочка отрицательной гауссовой кривизны - гипар; е - волнистый свод положительной гауссовой кривизны; ж - висячая оболочка; з - составная оболочка

Общая классификация тонкостенных пространственных покрытий		
1.	По очертанию срединной поверхности (см. рис. 1)	<ul style="list-style-type: none"> • складки и складчатые своды с различной формой поперечного сечения; • оболочки и своды нулевой гауссовой кривизны: цилиндрические и конические оболочки, цилиндрические своды; • оболочки и волнистые своды положительной гауссовой кривизны: купола и висячие оболочки, очерченные по поверхности вращения с вертикальной осью, оболочки переноса в виде эллиптического параболоида; сферические оболочки на прямоугольном плане; бочарные своды и т. п.; • оболочки и волнистые своды отрицательной гауссовой кривизны: оболочки, очерченные по линейчатым поверхностям гиперболического параболоида (гипары) и по поверхностям вращения с горизонтальной или вертикальной осью.
2.	По форме перекрываемой площади	<ul style="list-style-type: none"> • на круглом или другом криволинейном плане; • на прямоугольном плане; • на треугольном или полигональном плане; • возможны другие сложные формы плана.
3.	По конструктивным признакам	<ul style="list-style-type: none"> • отдельно стоящие; • неразрезные; • многоволновые; • с железобетонным и металлическим контуром; • гладкие и ребристые и т. п.
4.	По способу изготовления и возведения	<ul style="list-style-type: none"> • монолитные, изготавливаемые на нулевой отметке с последующим подъемом или возводимые в проектном положении; • сборные, монтируемые на кондукторах, подмостях или укрупненными элементами с применением временных затяжек, шпренгелей и других приспособлений.

Главной особенностью всех пространственных конструкций в отличие от плоских является то, что сама их форма как бы участвует в статической работе, способствуя уменьшению действия изгибающих моментов, т.е. «сопротивляется по форме» [7].

Большепролетные конструкции покрытия позволяют проектировать здания не только выразительные с архитектурной точки зрения, но и минимальной стоимости за счет увеличения сетки колонн, пролетов, позволяющие уменьшить число промежуточных опор, пролетных конструкций и, соответственно, расхода материалов.

Список использованных источников

1. Байков В.Н., Хампе Э., Рауэ Э. Проектирование железобетонных тонкостенных пространственных конструкций: Учеб. Пособие для вузов. – М.: Стройиздат, 1990. – 232 с.
2. Колчунов В.И. Пространственные конструкции покрытия. Курсовое и дипломное проектирование. Учебное пособие. / В.И. Колчунов, К.П. Пятикрестовский, Н.В. Ключева. –М.: АСВ, 2008. - 352с.
4. Кирсанов Н.М. Висячие и вантовые конструкции: учебное пособие для вузов. – М.: Стройиздат, 1981.
5. Леденев, В. В. Оболочечные конструкции в строительстве. Теория, проектирование, конструкции, примеры расчета: учебное пособие для проектировщиков, бакалавров, магистров и аспирантов строительных специальностей / В. В. Леденев, А. В. Худяков. – Тамбов : Изд-во ФГБОУ ВО «ТГТУ», 2016. – 272 с.
6. Санчес-Аркас, М. Оболочки : Железобетонные оболочки и складки, их формы / М. Санчес-Аркас; Пер. с нем. инж. В. И. Бутескула. - Москва : Стройиздат, 1964. - 172 с. : ил. ; 26 см. - "Оболочки и подвесные покрытия. Перечень отечеств. литературы за 1960-1963 гг.": с. 168-171 (101 назв.). - (в пер.)
7. Современные пространственные конструкции (железобетон, металл, дерево, пластмассы): Справочник / Ю.А. Дыховичный, Э.З. Жуковский, В.В. Ермолов и др.: Под ред. Ю.А. Дыховичного, Э.З. Жуковского. – М.: Высш. Шк., 1991. – 543 с.
8. Тонкостенные железобетонные пространственные конструкции. Сборник статей. Под ред. Г.К. Хайдукова. – М.: Стройиздат., 1970. – 230 с.

ПОРАЖЕНИЯ ДРЕВЕСИНЫ СТЕН ПАМЯТНИКОВ АРХИТЕКТУРЫ ДЕРЕВЯННОГО ЗОДЧЕСТВА

Шпагин П.О.,

*ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», магистрант,
e-mail: dtr68@list.ru*

В каждой климатической зоне нашей планеты можно найти деревянные дома, которые исправно стоят уже не одно столетие. Однако нередко, здания, построенные из древесины начинают разрушаться уже через несколько лет после возведения. Почему так происходит? Ответ следует искать в особенностях проектирования и строительства некоторых домов, приводящих к тому, что внутри части конструкций скапливается влага. Это способствует разрушительному действию насекомых и грибов и ухудшает внешний вид здания. В данной статье речь пойдёт о разрушительных последствиях грибов. Знание их видов, признаков, по которым выявляется «заражённая» древесина, способах «лечения» и изначального предотвращения их появления поможет своевременно избежать дальнейших проблем с древесиной и материалами на её основе.

Грибные поражения древесины — это группа пороков древесины, возникающая с участием грибов. Могут как вызывать разрушение древесины, так и не влиять на её прочностные характеристики, но изменять цвет. Грибы относятся к низшим растениям. Они не имеют хлорофилла и поэтому необходимые питательные вещества получают уже в готовом виде из живых (паразитические грибы) или же из отмерших организмов. К последней группе относится основная масса грибов, разрушающих древесину и материалы на её основе. Размножаются грибы спорами, которые, попав в живое растение или деревянные конструкции здания, прорастают, образуя гифы (тончайшие нити) и разрушают их. Для полноценного развития грибом, как и другим живым организмам, нужны определённые условия: благоприятная температура, наличие кислорода, влажность не ниже определённого уровня и достаточное количество питательных веществ [1]. Всё это в древесине имеется, во всяком случае, в летние месяцы. С этим связано широкое распространение заболеваний древесины, связанных с деятельностью грибов. Из всех факторов, которые влияют на развитие грибов в деревянных конструкциях, наиболее важными являются влажность и температура. Причём процесс развития грибов носит убыстряющийся характер — влага при соответствующих температурах благоприятствует появлению грибов, грибы приводят к повышению водопроницаемости древесины, а это, в свою очередь, способствует росту новых грибов. Это сущее наказание для строителей и, особенно, для специалистов, занимающихся реконструкцией зданий. Древесина служит средой обитания для двух основных типов грибов: **деревоокрашивающих и дrevоразрушающих**.

Деревоокрашивающие грибы - группа грибов, которые заселяют срубленную древесину и вызывают её неестественное окрашивание (рисунок 2). Деревоокрашивающие грибы поражают главным образом свежезаготовленную древесину во время её хранения (в лесу или на складах) и во время транспортировки, часто встречаются на валежнике и сухостое, а некоторые виды — и на растущих деревьях. Разновидностью деревоокрашивающих грибов является известная всем плесень. Правда, в отличие от привычной белой плесени на продуктах питания здесь она может быть самой разнообразной окраски. Плесневые грибы поселяются чаще всего на влажной поверхности лесоматериалов и на механические свойства древесины почти не влияют, но ухудшают внешний вид. Деревоокрашивающие грибы вызывают разнообразные по расположению, рисунку, цвету и интенсивности патологические окраски древесины, которые обычно проявляются в виде цветных полос или пятен, реже в виде сплошного окрашивания. Особенности окрасок зависят от вида гриба, глубины проникновения в древесину, кол-ва и цвета выделяемого грибом пигмента, продолжительности воздействия гриба на древесину. Окраски древесины подразделяют на внутренние или заболонные, окраски такие как: синевая, кофейная темнина, краснина, желтизна, оранжевая, зелёная (рисунок 1).

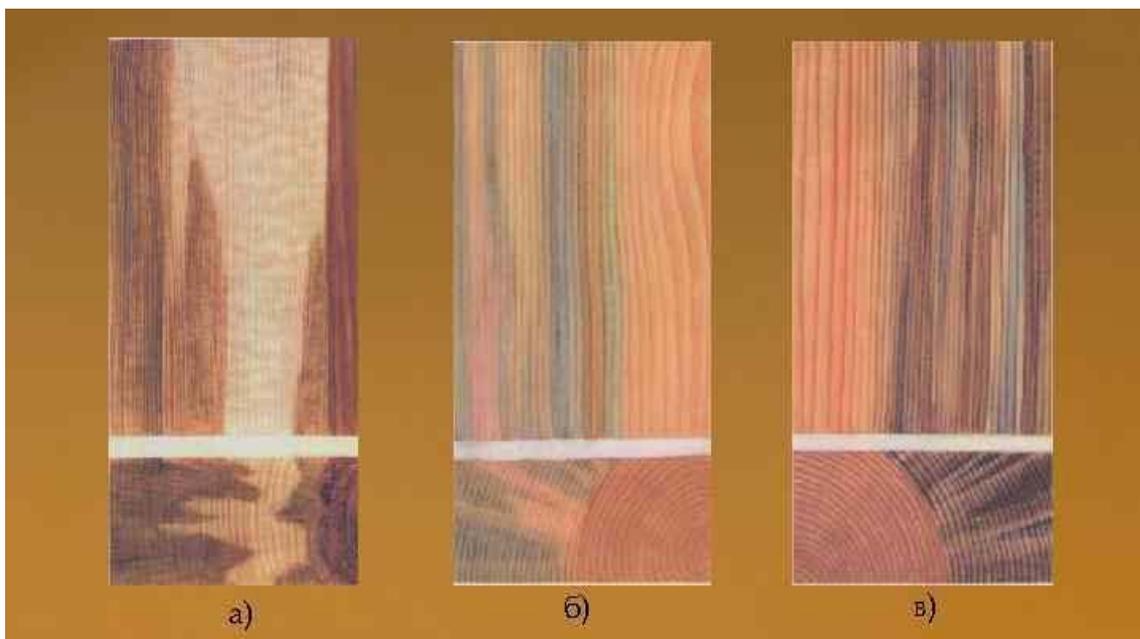


Рисунок 1 – а) Побурение, б) Заболонные грибные окраски (синевая, розовая и коричневая окраска), в) Заболонные грибные окраски (коричневая и синевая)



Рисунок 2 – Изменение окраски брёвен под действием деревоокрашивающих грибов

Грибы часто становятся причиной изменения цвета зданий при наличии достаточного количества влаги, что характерно для теневых сторон строения. Так же грибы могут сильно ухудшать самочувствие людей посредством аллергии. Грибы вырабатывают сотни тысяч переносимых по воздуху спор. При этом некоторые из них являются аллергенами. При определённых условиях колонии этих грибов могут развиваться на фильтрах кондиционеров, что способствует разносу спор по всему дому, вызывает разрушение органических веществ в подпольях, в обивочном материале мебели и т.д.

Активно растущие деревоокрашивающие грибы свидетельствуют в первую очередь о наличии влажности, которая может привести к разрушению древесины, если не будут приняты меры по её устранению. Неактивные или высохшие поросли этих грибов указывают на то, что дерево было колонизировано ещё до распила, либо было недостаточно высушено до момента монтажа. Возможно, что пиломатериалы вымокли до или во время монтажа. В любом случае неактивные поросли беспокойства вызывать не должны. Как узнать, что данная поросль неактивна? Одним из способов служит проверка дерева с помощью влагомера: если содержание влаги в древесине менее 20%, значит, грибы неактивны. Большинство людей, кроме того, ощущают влажность выше 20%, поэтому если древесина с изменённой окраской кажется вам на ощупь сухой, грибы вероятнее всего неактивны.

Дереворазрушающие грибы.

По месту встречаемости грибы подразделяются на следующие экологические группы: 1) лесные грибы- возбудители гнилей древесины растущих деревьев (трутовики, губки, пленчатые грибы и т.п.); 2) биржевые или складские грибы, которые развиваются на свежесрубленной древесине во время хранения ее в теплый период года (многие плесневые и дереворазрушающие грибы, шпальный, столбовой или заборный гриб); 3) домовые - разрушители древесины в постройках и сооружениях. Особо опасные- это домовые, которые быстро развиваются, поражают древесину по всей толщине. Вследствие этого за короткий срок, иногда всего лишь за несколько месяцев, полностью разрушаются большие участки деревянных конструкций.

Грибы, разрушающие древесину, можно классифицировать по внешним изменениям, происходящим в ней. Так, дерево, разрушаемое грибами бурой гнили, приобретает бурый цвет, становится хрупким и разламывается в итоге на небольшие куски кубической формы (рисунок 4). Прочность заражённой древесины быстро понижается. Большая часть ущерба деревянным конструкциям наносят грибы, вызывающие именно эту гниль. Дерево, заражённое белой гнилью, часто становится пористым и белёсым, а через повреждённые участки проходят черные полосы (рисунок 3). Прочность древесины понижается постепенно.

Дерево, разрушаемое грибами мягкой гнили, выглядит снаружи как дерево с бурой гнилью, однако древесина, подвергнутая подобному воздействию, размягчается постепенно от поверхности внутрь. Внутри клеток древесины возникают характерные полости (не видимые невооруженным глазом). Мягкая гниль возникает главным образом в тех случаях, когда у дерева сохраняется высокая влажность в течение длительного периода времени, как, например, при контакте материала с почвой.



Рисунок 3 – Белая гниль



Рисунок 4 – Бурая гниль

Разрушение деревянных конструкций можно предотвратить если:

- Использовать хорошо просушенную древесину с влажностью не более 14% [2,3].
- Во время строительства хранить пиломатериал в сухом месте (не в коем случае не укладывать доску на землю, всегда использовать подкладки). Во время дождя накрывать материал тентом, а в жару раскрывать его, чтобы дерево не прело.).
- Использовать пропитки и антисептические составы для обработки древесины. Они способствуют увеличению срока службы материала.
- Во избежание образования конденсата использовать качественную пароизоляцию.
- Во избежание попадания подсоса капиллярной влаги на фундамент и далее от него на стены обеспечить правильную гидроизоляцию [4].
- По возможности увеличить свесы крыши и установить качественную систему водоотведения ливневых вод, далее уходящую в дренажную систему. Дренаж участка с целью отвода грунтовых вод от дома будет способствовать уменьшению количества воды, скапливающейся под домом.
- Установить вентиляционные продухи в фундаменте, в свесе и коньке крыши не позволят влажному воздуху скапливаться в подпольях и на чердаках.
- Во всех помещениях с повышенной влажностью должны быть установлена система вентиляции.
- Заделка щелей вокруг оконных рам и дверных коробок уплотняющими составами предотвращает накопление воды в стенах.

- Обычная покраска также снижает вероятность проникновения воды в деревянные элементы, хотя и не предотвращает полностью их намокания во время дождя, но значительно понижает впитывающие свойства древесины так как является ее «защитной оболочкой».

Список использованных источников

1. Лесная энциклопедия: В 2-х т./Гл.ред. Воробьев Г.И.; Ред.кол.: Анучин Н.А., Атрохин В.Г., Виноградов В.Н. и др. - М.: Сов. энциклопедия, 1985.-563 с., ил.
2. ГОСТ 17231-78 Лесоматериалы круглые и колотые. Методы определения влажности (с Изменением N 1)
3. СНиП II-25-80 Деревянные конструкции (с Изменениями)
4. СПОСОБЫ ЗАЩИТЫ СТЕН ИСТОРИЧЕСКИХ ЗДАНИЙ ОТ КАПИЛЛЯРНОГО ПОДЪЕМА ВЛАГИ. Соломатин Е.О., Туева А.В. В сборнике: АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ГОРОДСКОГО СТРОИТЕЛЬСТВА Сборник трудов Всероссийской научно-технической конференции. Под редакцией А.В. Гречишкина. 2019. С. 116-119.

УДК 694.5

67.13.51: Работы по ремонту, восстановлению и реконструкции зданий и сооружений

ЗАМЕНА НИЖНИХ ВЕНЦОВ СРУБА ПРИ РЕКОНСТРУКЦИИ ПАМЯТНИКОВ ДЕРЕВЯННОГОЗОДЧЕСТВА

Шпагин П.О.,

*ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», магистрант,
e-mail: dtr68@list.ru*

Нижний венец – самое уязвимое место сруба. В отличие от других элементов конструкции деревянного дома или бани, он наиболее подвержен пагубному влиянию влаги. Но самое худшее – легко загнивая, он тут же начинает распространять гниль на верхние бревна, что неизменно приводит к разрушению всего строения[1]. Чтобы не подвергать себя лишним рискам и вовремя предотвратить распространение процесса гниения нужно периодически проверять нижние венцы. Определить предстоящую замену можно визуально. Для этого необходимо простучать бревно в произвольно выбранных местах. Если звук глухой, это признак внутреннего разрушения древесины. Характерным признаком разрушения является плесень, покрывающая лицевую поверхность сруба.

В большинстве случаев ремонт требуется только по одной причине. Неправильно выполненный узел примыкания гидроизоляции фундамента к венцу и отсутствие отливов, что дает беспрепятственный доступ воды в уязвимые места.

Замена нижнего венца может быть как частичной, так и полностью замененное бревно[2].

Перед тем как приступить к работе, нужно определить насколько большой участок поражения. Если заражение было найдено на начальном этапе, то можно обойтись частичной заменой, а если процесс заражения уже сильно распространился, то лучше заменить бревно целиком. Во втором случае всегда обязательно проверять последующие 3-4 венца сверху, чтобы убедиться в том, что они еще пригодны для использования. Важно помнить, что при частичной замене общая прочность конструкции снижается, а дополнительные стыки способствуют увеличению количества теплопотерь[3].

Частичная замена (рисунок 1). Суть данной процедуры состоит в удалении подгнившего участка и установке на его месте «заплатки» из дерева, кирпича или других материалов. От пораженного гнилью участка отделяют внешнюю обшивку. Определяют границы гнилой древесины, намечая их стамеской или ножом. Для недопущения повреждения всего строения, во время удаления гнилой древесины устанавливают стяжки на расстоянии 40 см от намеченных границ. Стяжки – это бруски высотой в 2-3 венца и толщиной в 40 см. Всего используют 4 бруска, прикрепляя их по бокам прогнившего участка с двух сторон стены. Использовать стяжки нужно в случае удаления большого участка венца, если же повреждена небольшая площадь — стяжками можно пренебречь[4]. Поврежденную часть бревна удаляют электро-или бензопилой. Для этого нужно сначала с двух сторон сделать сквозной пропил. Выпиленную область нужно удалить. В образовавшемся пространстве нужно разместить вставку. Для того, что она плотно закрепилась, делают по краям полученного проема врубки (ширина 20 см). Нижнюю часть второго венца очищают, выравнивают стамеской до плоского состояния. Для того, чтобы защитить древесину от насекомых, влаги, плесени, гниения и возгорания, обрабатывают боковые стенки полученного проема и нижнюю часть второго венца антисептиком. Фундамент устилают рубе-

ройдом в 2-3 слоя. Изготавливают вставку. Из бревна вырезают часть точно такого же диаметра, что и у поврежденных бревен. Длина вставки должна быть меньше размера проема на 1-2 см. Ее обрабатывают антисептиком, а затем устанавливают в проеме. Если с этим возникают проблемы, можно воспользоваться кувалдой. Для изготовления вставки вместо деревянных брусков можно использовать кирпичи. Для этого, в образовавшийся после вырезания прогнившей части проем, укладывают кирпичи на бетонный раствор. Таким образом, кирпичная кладка заменит весь нижний венец. Щели между вставкой и срубом закрывают волокнистыми материалами, такими как пакля, джут.

Замена нижнего венца целиком. Суть этого метода заключается в поднятии сруба на мощных домкратах, что даёт возможность уложить под сруб кирпичную кладку или подлить фундамент, тем самым усилить основание или увеличить высоту фундамента[5]. Перед тем, как приступить к работе, из дома нужно вынуть все окна и двери, чтобы они не треснули. Жилые помещения освобождаются от мебели, бытовой техники и предметов интерьера. Пол отсоединяется от стеновых конструкций, дымоходы отсоединяются от крыши и перекрытий. Если в доме есть печь или камин, то они, по правилу, должны устанавливаться на отдельном фундаменте, если нет, то придётся сделать демонтаж. Не поврежденные венцы сруба нужно зафиксировать. Делается это так: с внутренних и внешних сторон каждой стены на расстоянии 0,5 метров от углов сруба прибивают вертикально доски или бруски (толщина 4 см). Их нижние края должны заканчиваться точно там же, где и бревна подлежащего замене венца (второй снизу), а верхние – крепятся на бревна самого верхнего венца. Для фиксации неповрежденных участков используется 16 досок, которые снизу и сверху должны быть закреплены сквозными нагелями. Делается это для того, чтобы при поднятии сруба на домкратах не повело его стены. Поднятие может быть частичным или полным, но обычно предпочтение стоит отдавать полному поднятию, чтобы снизить вероятность перекоса и нарушения геометрии дома.



Рисунок 1 – Частичная замена венца сруба

Деревянные дома обычно устанавливаются на столбчатом или ленточном фундаменте (рисунок 2). В первом случае в местах установки домкратов делаются подкопы, размещаются опоры из кирпича или досок, чтобы оборудование не уходило в грунт. Если фундамент ленточный, в нижнем венце вырезаются ниши, соответствующие внешним габаритам домкрата. При этом нужно учитывать, что упираться домкрат должен в неповреждённый венец сруба через металлическую пластину. В обоих случаях домкраты лучше размещать на длинных стенах, отступив от края 70–100 см. Разница между заменами прогнивших венцов сруба с ленточным и столбчатым фундаментом состоит только в процессе установки домкратов. Первый вариант более трудоёмкий, так как фундамент нужно частично разрушить. Для столбчатого фундамента это делать не нужно, так как в его структуре много пространства для установки домкратов. Далее домкраты синхронно поднимают. Когда сруб поднят на заданную высоту, под стены подкладываются опоры из бетонных блоков или обрезков бруса. После подъёма нижнее бревно венца освобождается от нагрузки и снимается. Домкраты опускаются вниз, оставляя дом стоять на временных опорах. Бревно для замены подгоняется в размер, укладывается на домкраты и поднимается, плотно прижимаясь к ответному венцу и фиксируясь скобами. Подъём осуществляется на большую высоту, чтобы можно было убрать временные опоры. По аналогичной схеме заменяется и нижнее бревно венца. После этого на фундамент укладывается тепло и гидроизоляция, после чего сруб опускается на своё место [6].

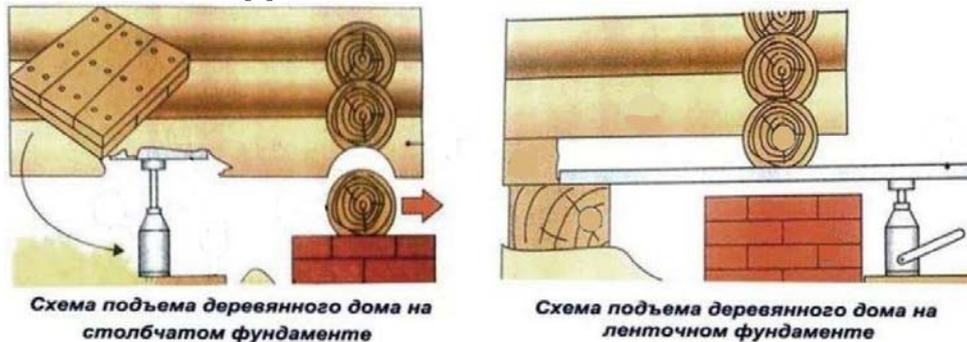


Рисунок 2 – Схема подъема деревянного дома на столбчатом фундаменте. Схема подъема дома на ленточном фундаменте.

Венцы каркасных домов меняются по аналогичной схеме. Однако здесь придётся разбирать обшивку фасада и дополнительно усиливать досками стены на уровне оконных проёмов. Это поможет избежать деформации стен.

Меры защиты:

- Нижние венцы сруба нужно изготавливать из мало поддающихся гниению пород деревьев – дуб или лиственница. Не обязательно брать целые брёвна, для этих целей вполне подойдут лиственничные доски, которые нужно подложить под нижний венец. Таким образом, между фундаментом и венцом образуется защитная прослойка, не поддающаяся воздействию грибков.
- Чтобы уберечь бревна от гниения их нужно произвести их обжиг и/или покрыть огнебиозащитой. Также можно провести «машинную обработку», но в таком случае продолжительный период будет ощущаться резкий запах;
- Цоколь дома также нужно покрыть гидрофобизатором;
- Между венцом и фундаментом для гидроизоляции стыка необходимо использовать гидроизоляцию;
- Нижние венцы от наружной влаги нужно защищать козырьками из полос оцинковки (рисунок 3).



Рисунок 3 – Установка металлического отлива на сруб

Список использованных источников

1. Конструкции из дерева и пластмасс. – М.: Стройиздат, 1986. – 542 с.
2. Выбор способов усиления конструкций при реконструкции и капитальном ремонте зданий. Леденев В.И., Монастырев П.В., Матвеева И.В., Андрианов К.А. монография для научных и инженерно-технических работников, аспирантов, магистрантов и студентов строительных специальностей / Тамбов, 2016.
3. Способы исследования технического состояния архитектурного комплекса в исторической застройке. Матвеева И.В., Мандрыкина А.С. В сборнике: I Международная научно-техническая конференция "Долговечность и надежность строительных материалов и конструкций в эксплуатационной среде" 2017. С. 304-312.
4. Юхани Кеппо. Плотницкие работы. Бревенчатый дом. – М.: Алфамер Паблишинг, 2006. – 70 с.
5. В.Г. Житушкин. Усиление каменных и деревянных конструкций. – М.: Издательство Ассоциации строительных вузов, 2009. – 112 с.
6. Л.П. Зарубина. Гидроизоляция конструкций, зданий и сооружений. – СПб.: БХВ-Петербург, 2011. – 272 с.

УДК 624.011.1

67.11.37: Деревянные конструкции

АНАЛИЗ КОНСТРУКТИВНЫХ РЕШЕНИЙ И СПОСОБОВ ЗАМЕНЫ ДЕРЕВЯННЫХ БАЛОЧНЫХ ПЕРЕКРЫТИЙ

Чернышёва А.А.,

*ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», магистрант
e-mail: karolina17122010@yandex.ru*

Во многих крупных и средних городах Российской Федерации сохраняется достаточно большое количество кирпичных зданий 40-50-х годов XX века с деревянными балочными перекрытиями. Как правило данные здания располагаются в центральной исторической части городов. Поэтому данные здания имеют большую градостроительную ценность и должны быть сохранены. В Тамбове историческая застройка сохранена, в основном, в центральной части на улице Советская и частично на прилегающих улицах.

В соответствии с классификацией жилых зданий по степени капитальности в зависимости от материала фундаментов, стен и перекрытий здание относится к III группе капитальности. Срок службы деревянных междуэтажных перекрытий при нормальных и благоприятных условиях эксплуатации по [2] составляет 60 лет (см. рисунок 1), а фактический на момент обследования составляет более 70-80 лет, междуэтажное перекрытие эксплуатируется со сроком значительно выше нормативного. Поэтому, особую актуальность приобретают вопросы замены деревянных балочных перекрытий на аналогичные или иные улучшающие показатели таких конструкций, учитывающих систему влияющих факторов [4-6].

Необходимость замены деревянных перекрытий вызвана рядом объективных факторов:

1. Необходимость перехода к негоряемым конструкциям перекрытия для повышения степени огнестойкости здания (от III степени со сгораемыми перекрытиями ко II или даже I степени с негоряемыми). [СНиП 21-01-97].

2. Деревянные перекрытия рассматриваемых зданий находятся преимущественно в неудовлетворительном техническом состоянии, физический износ которых составляет 60–70 % [1].

3. Необходимость повышения пространственной жесткости здания в целом (при надстройке).

4. Повышение срока службы здания.

То есть одним из главных факторов является ужесточение противопожарных норм и необходимость повышения безопасности эксплуатации объектов центра города за счет перехода к негоряемым перекрытиям. Устройство негоряемого перекрытия повышает его предел огнестойкости и степень огнестойкости здания, безопасность эксплуатации объекта. Различными при этом будут лишь конструктивные решения и технология их возведения.

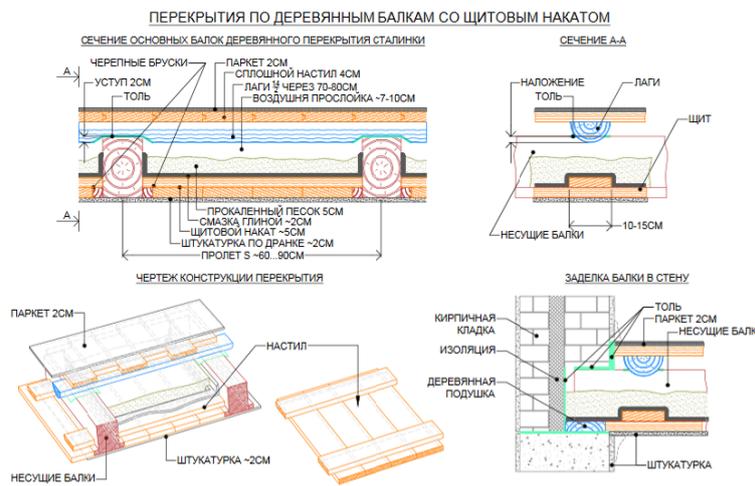


Рисунок 1 – Междуетажные деревянные перекрытия по деревянным балкам, оштукатуренные

Работа по замене междуетажных перекрытий при реконструкции зданий является весьма дорогостоящими и трудоемкими – они составляют до 20% сметной стоимости комплекса работ по реконструкции здания и до 50% суммарной трудоемкости. Именно этим обстоятельством, а также стремлением к замене в процессе реконструкции недолговечных материалов (дерева) на значительно более долговечные, повышению степени огнестойкости зданий и сооружений объясняется повсеместное применение металлических и железобетонных конструкций. В настоящее время разработано множество технических решений по замене и ремонту междуетажных перекрытий при реконструкции жилых зданий (см. рисунок 2).



Рисунок 2 – Варианты ремонта или замены междуетажных перекрытий при реконструкции жилых зданий

Прежде всего необходимо произвести комплексную оценку реконструируемого здания, определив его историческую и архитектурную ценность, техническое состояние оснований и фундаментов, наружных и внутренних несущих стен, междуетажных перекрытий [3].

Критерием эффективности конструктивно-технологических решений и непосредственно технологии и организации ведения работ служит дополнительная прибыль для строительной организации, получаемая за счет снижения себестоимости строительного-монтажных работ.

Сравнительная экономическая эффективность осуществляется на основе анализа факторов, влияющих на изменение показателей: трудоемкости строительного-монтажных работ; продолжительности производства работ; снижения показателей за счет сокращения прямых затрат (материальных ресурсов, основной заработной платы, эксплуатации машин) и уменьшения накладных расходов.

Снижение трудоемкости, сокращение основной заработной платы и продолжительности реконструктивных работ приводят к снижению затрат по накладным расходам.

Анализ конструктивных решений при сборном варианте показывает, что серьезными препятствиями на пути осуществления общей технической политики в области проектирования реконструкции жилых зданий являются большая номенклатура конструкций и их высокая себестоимость.

В подобных случаях наиболее рационально устройство монолитных железобетонных междуэтажных перекрытий. Они могут оказаться более эффективными в тех случаях, когда нет возможности установить на объектах реконструкции соответствующие грузоподъемные механизмы.

Монолитные перекрытия, нашедшие в настоящее время широкое применение при реконструктивных работах, применяются в зависимости от величины пролетов, состояния несущих стен и других элементов в различных конструктивно-технологических схемах. Они выполняются безбалочными, балочными, ребристыми или кессонного типа.

Список использованных источников

1. ВСН 53-86(р)/Госгражданстрой Правила оценки физического износа жилых зданий. - М.: Прейскурантиздат, 1988.
2. ВСН 58-88(р)/Госкомархитектуры Положение об организации и проведении реконструкции, ремонта и технического обслуживания зданий, объектов коммунального и социально-культурного назначения. - М.: Стройиздат, 1990.
3. Малютина, Н.А. Оценка жилых зданий постройки 60-70-х годов с позиции необходимости и возможности их реконструкции и модернизации (на примере жилищного фонда Тамбова) / Н.А. Малютина, А.М. Макаров // Актуальные проблемы городского строительства: сб. трудов Междунар. науч.-техн. конф. - Пенза: ПГУАС, 2013. - С. 178-182.
4. Осипов, А.Ф. Методы возведения монолитных перекрытий при реконструкции жилых зданий / А.Ф. Осипов, С.Ф. Акимов // Градостроительство и территориальное планирование. - К., 2004 - № 19. - С. 15-22.
5. Реконструкция зданий. Часть 1: метод. указ. / сост. : В.И. Леденев, А.М. Макаров, И.В. Матвеева. - Тамбов: Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та, 2010.
6. Рекомендации по технологии замены перекрытий при реконструкции жилых зданий / Сост. А.Ф. Осипов, С.Ф. Акимов и др. - Киев: КНУСА, 2009. - 40с.

УДК 69.07

Секция 02. Технические науки

КОНСТРУКТИВНЫЕ РЕШЕНИЯ ВЫСОТНЫХ ЗДАНИЙ

Бачи Бахаа Муса,

*ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», магистрант кафедры
«Конструкции зданий и сооружений»
Bahaamusa67@gmail.com*

Леденев В.В.

*ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», доктор технических наук,
профессор кафедры «Конструкции зданий и сооружений»
kzis@nnn.tstu.ru*

Высотные здания во всем мире относят к объектам самого высокого уровня ответственности и класса надежности. Удельная стоимость их строительства значительно выше обычных зданий. Это обусловлено не только технологическими, конструктивными и другими факторами, но в значительной степени и мерами комплексной безопасности, принимаемыми на всех стадиях – проектирования, строительства и эксплуатации.

Высотные здания имеют свою специфику, существенно отличающую их от обычных зданий и решающим образом влияющую на применяемые конструкции и конструктивные схемы. По увеличению высоты зданий влияние горизонтальных нагрузок возрастает в нарастающей степени. При определенной высоте горизонтальный прогиб становится настолько большим, что требования жесткости несущих конструкций становятся при расчете решающими. Величина жесткости зависит в первую очередь от конструктивной схемы здания. Более того, эффективность конкретной системы зависит от объема используемого материала несущих конструкций. Оптимизация сооружения при определенных требованиях к объемно-планировочному решению сводится к достижению максимальной жесткости при минимальном весе.

В железобетонных конструкциях многоэтажных и высотных зданий используют следующие конструктивные схемы:

1. Каркасная структура.
2. Монолитная стена:
 - 1) с континуальным опиранием;
 - 2) с дискретным опиранием;
 - 3) с короткими вставками.
3. Схема рамы с диафрагмами жесткости.
4. Ствольные конструкции:
 - 1) каркасная рамная конструкция с ядром, расположенным в центре плана этажа;
 - 2) ствольная конструкция, состоящая из двух (внутреннего и внешнего) стволов;
 - 3) конструкция, составленная из многих стволов.

Возможны и другие схемы: панели + колонны, панели стена.

Указаны максимальные высоты зданий разных конструктивных систем при проектировании без учета сейсмического действия, а с учетом сейсмической защиты.

При антисейсмическом проектировании включают два этапа:

- 1) расчет сейсмического воздействия;
- 2) проведение расчетов по определению прочности и деформации. Антисейсмический поперечный расчет сечения конструктивных элементов проводится по формуле:

$$S \leq \frac{R}{\gamma_{RE}}$$

Где γ_{RE} - регулирующий коэффициент антисейсмической загруженности; R - расчетное значение прочности конструктивных элементов.

Величину $\gamma_{RE} = 0.75 \dots 1$ принимают в зависимости от типа элемента и вида напряженного состояния (изгиб, сдвиг, срез, сжатие с изгибом).

Максимальное упругое междуэтажное смещение:

$$\Delta \mu_C \leq [\theta_C]$$

Где $\Delta \mu_C$ - максимальное упругое междуэтажное смещение от сейсмической нагрузки; $[\theta_C]$ – предельная относительная (по отношению к высоте этажа) величина упругого междуэтажного смещения; h – высота расчетного этажа.

Приведены предельные величины $[\theta_C]$.

Основные принципы антисейсмического проектирования:

- обеспечить симметрическую компоновку конструкции путем уменьшения количества вогнутых углов и узких в плане мест, повышения монолитности;
- обеспечить принцип жесткого соединения между конструктивными панелями;
- соблюдение принципа «прочная колонна-слабая балка, чем прочнее узел, тем сильнее сдвиг, слабее изгиб; прочные колонны (стены) нижнего этажа»;
- применяют дополнительные мероприятия для увеличения сейсмостойкости возможно слабого места в конструкции;
- элементы, несущие вертикальные нагрузки, не являются основными при гашении энергии сейсмической волны;
- антисейсмическая защитная система должна состоять из отдельных конструктивных систем, соединенных для совместной работы;
 - в антисейсмической конструктивной системе необходимо предусматривать внутренние и внешние дополнительные защитные линии в максимальном количестве, специально создавать зоны прогиба в целой серии;
 - основные гасящие элементы должны иметь высокую пластичность и подходящую жесткость для поглощения и гашения сейсмической энергии в конструкции.

Необходимо отметить, что, несмотря на накопленный мировой опыт строительства, регламентированные правила выбора конструктивных решений несущих систем, ограждающих конструкций и материалов для их реализации сегодня отсутствуют. В каждом конкретном случае инженер принимает техническое решение в соответствии с требованиями, установленными международными или национальными стандартами, нормами проектирования или другими руководящими документами, с учетом собственного опыта и интуиции. Не последнюю роль в этом вопросе играет компьютерное моделирование будущего объекта и его вариантное проектирование. Необходимо также иметь в виду, что в отличие от большинства объектов массового строительства конструктивное решение высотного здания находится в неразрывной связи с технологией его возведения. На безопасность и надежность объекта непосредственное влияние оказывает правильный учет внешних воздействий, которые могут возникнуть в процессе эксплуатации, и назначение (калибровка) значений частных коэффициентов безопасности, соответствующих расчетному сроку службы.

Список использованных источников

1. Проектирование многоэтажных высотных железобетонных сооружений. Гл.Редактор Чжан Вэйбинь. – М.:Издательство АСВ, 2010.-600 с.
2. Проектирование современных высотных зданий/под ред.Сюй Пэйфу.-М.:Издательство АСВ , 2008.-496 с.
3. Обзор зарубежного строительного опыта по высотному домостроению // Уникальные и специальные технологии в строительстве. ГраникЮ.Г., МагайА.А. 2004.
4. Modern high-rise building. Мопограф. М.: GUP Moscomarchitecture ИТС, 2007. 440р.
5. Конструкции высотных зданий/Козак Ю. Пер. с чеш. Казина Г.А.; под ред. Дыховичный Ю.А.-М.:стройиздат,1986.-308с.

УДК 69.07

Секция 02. Технические науки

РАСЧЕТ КОНСТРУКЦИЙ ЗДАНИЯ НА ТЕМПЕРАТУРНОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ

Бачи Бахаа Муса,

*ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», магистрант кафедры
«Конструкции зданий и сооружений»
Bahaamusa67@gmail.com*

Леденев В.В.

*ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», доктор технических наук,
профессор кафедры «Конструкции зданий и сооружений»
kzis@nnn.tstu.ru*

Рассмотрена задача расчета конструкций здания на комбинированное силовое и температурное воздействие. Проанализированы результаты испытаний на огнестойкость железобетонных несущих стен и плит. Рассмотрена задача расчета монолитного железобетонного здания на огнестойкость при действии силовых эксплуатационных нагрузок и огневого воздействия. Произведен сравнительный анализ результатов испытания и численного решения задачи.

Ключевые слова: высотное здание, напряженно-деформированное состояние (НДС), огнестойкость конструкции, пожар, предел огнестойкости конструкции.

В нормативных документах большое внимание уделяется определению пределов огнестойкости отдельных несущих элементов конструкций: колонн, ригелей, стен, плит перекрытий и др. однако здания и сооружения представляют собой, как правило, статически неопределимые системы, в которых подвергающиеся тепловому воздействию элементы конструкций сложным образом взаимодействуют с другими элементами, в т.ч. и ненагреваемыми.

В связи с этим определение фактического предела огнестойкости здания или сооружения в целом по несущей способности должно производиться путем расчета конструкции как единой системы при комбинированном силовом и температурном воздействии с учетом нелинейностей в ее работе.

Нормативные и теоретические предпосылки. В соответствии с [1, 2] пределы огнестойкости строительных конструкций определяются в условиях стандартных испытаний. Предел огнестойкости несущих и ограждающих конструкций в условиях стандартных испытаний или в результате расчетов устанавливается по времени достижения одного или последовательно нескольких из следующих признаков предельных состояний: потеря несущей способности R , потеря теплоизолирующей способности I , потеря целостности E .

Предел огнестойкости строительных конструкций зависит от степени огнестойкости. Степень огнестойкости зданий, сооружений, строений и пожарных отсеков устанавливается в зависимости от их этажности, площади пожарного отсека и пожарной опасности происходящих в них технологических процессов [2].

Согласно [3] температура стандартного пожара T изменяется в зависимости от времени огневого воздействия

$$T = 345 \lg (8t + 1) + t_0, \quad (1)$$

где t - время нагрева, мин; t_0 - начальная температура, °С.

Для определения напряженно-деформированного состояния несущих элементов зданий и сооружений с учетом температурных воздействий и оценки их прочности необходимо иметь информацию о полях распределения температуры в конструкциях. Распределение температуры по конструкции определяется с помощью уравнения теплопроводности

$$\frac{\partial T}{\partial t} = a \nabla^2 t + \frac{w}{c}, \quad (2)$$

где $T(x, y, z, t)$ — температура в какой-либо точке тела в момент времени t ; ∇^2 оператор Лапласа; $a = \frac{\lambda}{c}$ — коэффициент температуропроводности, характеризующий теплоинерционные свойства тел; λ — коэффициент теплопроводности; c — удельная объемная теплоемкость; W — мощность внутреннего источника тепла.

Для однозначного решения уравнения теплопроводности необходимо иметь начальные и граничные условия. В [4] приводятся результаты теоретических расчетов температурных полей несущих железобетонных конструкций, которые вполне удовлетворительно совпадают с опытными данными огневых испытаний.

Сравнение результатов экспериментальных данных и численного решения. Для определения фактической огнестойкости несущих конструкций в нашей стране и за рубежом было проведено множество экспериментов.

В частности, во ВНИИПО были проведены испытания на огнестойкость 80 бетонных и железобетонных стен сплошного сечения толщиной от 12 до 20 см при двух схемах опирания их сторон и различной величине сжимающей нагрузки [5]. Образцы в виде панелей размером 270×130×12,5 см, армированные конструктивно сварным каркасом (процент армирования $\mu = 0,09\%$), были изготовлены во ВНИИПО из бетона с крупным заполнителем из гранитного щебня с наибольшей крупностью 25 мм. Объемный вес бетона $\gamma = 2380$ кг/м³, влажность $P = 2,6\%$, кубиковая прочность бетона $R = 35$ МПа. Опирание стен было шарнирным, к стенам прикладывалось одностороннее огневое воздействие в виде кривой изменения температуры стандартного пожара (1). В результате испытания предел огнестойкости стены при вертикальной нагрузке, равной $P = 1300$ кН/м, составил 27 мин (1620 с). Опытные кривые, характеризующие перемещение и деформации стены, приведены на рисунке 1 [5].

В качестве исходных данных для численного анализа огнестойкости железобетонных плит были приняты результаты экспериментальных исследований, проведенных в НИИЖБ [4]. Геометрические размеры плит составляли 300×120×12 см. Образцы выполнены без предварительного напряжения, процент армирования $\mu = 0,4\%$ (8Ø10 А-III). Расстояние от растянутой грани до центра тяжести сечения арматуры $a = 2,5$ см, рабочая высота сечения $h_0 = 9,5$ см, защитный слой бетона продольной арматуры $a = 2$ см. условия опирания и нагружения плит соответствовали расчетной схеме шарнирноопертой балки, загруженной равномерно распределенной нагрузкой $q = 10,59$ кН/м, составляющей 49 % от разрушающей при нормальной температуре. Нагрев образцов осуществляется со стороны нижней поверхности и равномерно по длине пролета. Опытные кривые, характеризующие прогиб и деформации плиты, приведены на рисунке 2 [4].

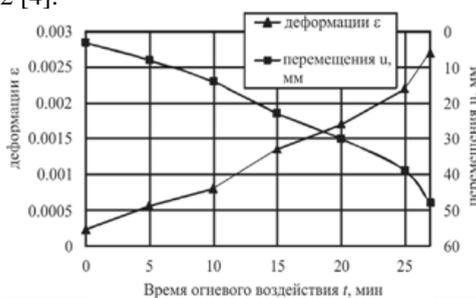


Рисунок 1 - опытные кривые деформаций и перемещений стены.

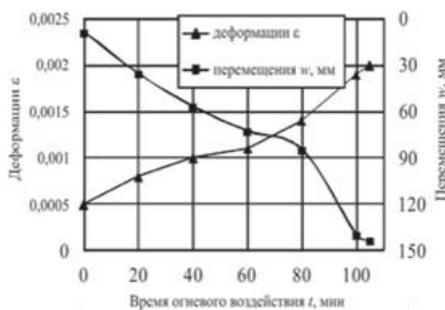


Рисунок 2 - опытные кривые деформаций и перемещений плиты

Для численного анализа использовалось одно из наиболее мощных и универсальных средств дискретного анализа конструкций — метод конечных элементов (МКЭ), а также программный комплекс ANSYS/LS-DYNA.

При расчете определялось НДС железобетонных испытуемых стен и плит при комбинированных силовых и температурных воздействиях. Прочностные и деформационные характеристики бетона были приняты равными соответствующим фактическим значениям, определенным в ходе эксперимента. При определении НДС конструкции решалась несвязанная задача. Расчет железобетонных стен и плит производился в физически и геометрически нелинейной постановке. Диаграмма материала задавалась билинейной с учетом предельно допустимых деформаций бетона при сжатии. Силовые воздействия на конструкцию соответствовали рабочей нагрузке в эксперименте. Изменение температуры различных слоев стены и плиты во времени задавалось непосредственно по экспериментальным кривым прогрева. При моделировании стен использовались конечные элементы двух типов: плоские элементы оболочки (shell) и объемные конечные элементы (solid).

Произведен сравнительный анализ результатов испытания и численного решения задачи определения предела огнестойкости железобетонной несущей стены (таблица 1).

Таблица 1.

Сравнение результатов испытаний и численного решения

Показатели	Эксперимент	Численно (shell)	Численно (solid)	Δ (shell), %	Δ (solid), %
Время разрушения t , с	1620	1505	1505	1505	7,7
Перемещения u , мм	49	63	63	63	28,6
Деформации ϵ	0,0028	0,0024	0,0024	0,0024	16,7

Произведен сравнительный анализ результатов испытания и численного решения задачи определения предела огнестойкости железобетонной несущей плиты (таблица 2).

Таблица 2

Сравнение результатов испытаний и численного решения

Показатели	Эксперимент	Численно	Δ %
Время разрушения t , с	6120	6121	0,02
Перемещения w , мм	144	93	35,4
Деформации ϵ	0,002	0,0024	16,7

Сравнительный анализ результатов эксперимента и расчета показывает хорошее совпадение по времени и характеру разрушения и немного большее расхождение по перемещениям и деформациям, при моделировании, как элементами оболочки, так и объемными конечными элементами. Эта погрешность может быть связана с наличием конструктивного армирования в стенах в эксперименте и известными допущениями метода конечных элементов при решении задачи численно.

Расчет монолитного железобетонного высотного здания на огнестойкость. Определение предела огнестойкости здания или сооружения в целом по предельному состоянию R предполагает расчет конструкции как единой нелинейной системы. Учет физической, геометрической и конструктивной нелинейностей вызван необходимостью расчета конструкции в состоянии, близкому к пределу несущей способности. В этом случае пренебрежение данными видами нелинейностей приводит к существенным погрешностям результатов расчета.

Рассмотрим задачу расчета монолитного железобетонного здания на огнестойкость в нелинейной динамической постановке [6] при действии вертикальных эксплуатационных нагрузок и огневого воздействия, заданного в виде кривой изменения температуры стандартного пожара (1). Решение будем искать путем непосредственного интегрирования уравнений движения по явной схеме. Расчеты также произведем с помощью конечноэлементного комплекса ANSYS/LS-DYNA.

Введем допущение о стационарности температурного поля на каждом шаге интегрирования по времени. Задача теплопроводности предполагается решенной на основании результатов, приведенных в [7].

Рассмотрим 23-этажное здание высотой $H = 76$ м с одним подвальным этажом, на рисунке 3а приведена расчетная схема здания, включающая более 100000 конечных элементов. Свободные узлы имеют 6 динамических степеней свободы. Предположим в качестве огневого воздействия возникновение пожара на первом надземном этаже на площади 35 м^2 (рис. 3б). Материал конструкций - бетон класса В30, рабочая арматура класса А500.

Примем величину предельной пластической деформации бетона на сжатие в качестве критерия разрушения материала конструкции.

Ниже приведены результаты расчета здания на огнестойкость. На рисунке 4 показаны изополя максимальных по сечению элементов интенсивностей напряжений σ_I в момент времени $t = 58$ мин.



Рисунок 3 - расчетная схема здания (а) и зона пожара (б).

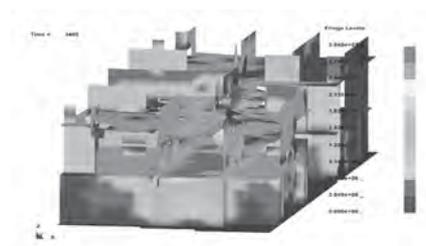


Рисунок 4 - изополя интенсивности напряжений σ_i в момент времени $t = 58$ мин.

Анализ результатов расчета позволяет выделить следующие этапы работы конструкции и отметить время наступления характерных событий с момента начала пожара:

- 5...10 мин: появление и развитие пластических деформаций в несущих элементах;
- 10...20 мин: увеличение интенсивности пластических деформаций в несущих элементах;
- 20...25 мин: деградация поперечных сечений несущих элементов в зоне огневого воздействия;
- 25...27 мин: интенсивное перераспределение усилий на соседние несущие элементы, не подверженные тепловому воздействию, потеря несущей способности наиболее нагруженных вертикальных несущих элементов в зоне пожара;
- 27...45 мин: нарастание прогибов вышележащего перекрытия, потеря несущей способности вышележащего перекрытия;
- 45...58 мин: потеря несущей способности отдельных несущих элементов в зоне пожара и за ее пределами;
- 58...60 мин: возникновение значительных разрушений, начало процесса лавинообразного (прогрессирующего) разрушения здания.

Заключение. В результате исследований были получены численные решения для прогибов, напряжений, деформаций и внутренних усилий в железобетонной несущей стене и плиты при комбинированном силовом и температурном воздействии. Произведено сравнение экспериментальных данных и результатов, полученных численным методом. Можно сделать вывод о хорошем совпадении результатов эксперимента и расчета.

Определен предел огнестойкости рассматриваемого монолитного здания в целом по предельному состоянию R , соответствующему потере несущей способности вследствие обрушения. Он равен $R=60$, т.е. составляет 60 мин. даже для отдельных несущих элементов это соответствует пределу огнестойкости зданий III степени огнестойкости, которая равна $R=45$. Очевидно, что для обеспечения более высокого предела огнестойкости рассматриваемого здания необходимы специальные меры противопожарной защиты.

Список использованных источников

1. ГОСТ 30247.1-94. Конструкции строительные. Методы испытаний на огнестойкость. Несущие и ограждающие конструкции. М. : Ипк «Издательство стандартов», 1995.
2. Федеральный закон от 22.07.2008 г. № 123-ФЗ. «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности». Принят гд Фс рФ 04.07.2008 г. // Парламентская газета. 31 июля 2008 г.
3. ГОСТ 30247.0-94. Конструкции строительные. Методы испытаний на огнестойкость. Общие требования. М. : Ипк «Издательство стандартов», 1996.
4. Милованов А.Ф. Стойкость железобетонных конструкций при пожаре. М.: Стройиздат, 1998. 304 с.
6. Бушев В.П. Исследование огнестойкости однослойных несущих железобетонных стен : дисс. канд. техн. наук. М., 1972.

7. Мкртычев О.В., Мкртычев А.Э. Расчет большепролетных и высотных сооружений на устойчивость к прогрессирующему обрушению при сейсмических и аварийных воздействиях в нелинейной динамической постановке // строительная механика и расчет сооружений. 2009. № 4. С. 43—49.
8. СТО 36554501-006—2006. Правила по обеспечению огнестойкости и огнесохранности железобетонных конструкций. М. : Фгуп «Строительство», 2006.

УДК624. 02. 99

05.23.01 Строительные конструкции, здания и сооружения

КОНЦЕНТРАТОРЫ НАПРЯЖЕНИЙ В ЗДАНИЯХ С НЕСУЩИМИ СТЕНАМИ*

Даниш А.Б.,

ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», аспирант кафедры конструкций зданий и сооружений, ул. Мичуринская, 112, корп. Д, г. Тамбов, Тамбовская область, 392032, Россия, e-mail: abdulbareidanish@gmail.com

Я. Кейта.,

ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», аспирант кафедры конструкций зданий и сооружений, ул. Мичуринская, 112, корп. Д, г. Тамбов, Тамбовская область, 392032, Россия, e-mail: yaqa.keyta@mail.ru

Леднев В.В.,

ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», доктор технических наук, профессор кафедры конструкций зданий и сооружений, ул. Мичуринская, 112, корп. Д, г. Тамбов, Тамбовская область, 392032, Россия, e-mail: lednev1938@mail.ru

Савинов Я.В.,

ООО СП «Мостстрой», кандидат технических наук, инженер по качеству, 392524, Тамбовская область, Тамбовский район, мкр. Периксинский, поселение Покрово-Природный с/с, строение ба, e-mail: Savinov.yv@mail.ru

Умнова О.В.

ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», доктор технических наук, профессор кафедры конструкций зданий и сооружений, ул. Мичуринская, 112, корп. Д, г. Тамбов, Тамбовская область, 392032, Россия.

Любая неоднородность в системе «нагрузка-конструкция-основание» является причиной возникновения локальной концентрации напряжений. Даже у полностью однородной конструкции есть границы, где возникают граничные условия, отличающиеся от условий внутри конструкции.

Концентраторы напряжений являются следствием локальных ослаблений конструкций, они приводят к перемещению части напряжений из ослабленных зон в соседние более прочные, что провоцирует:

- перегрузку не поврежденных конструкций, попавших в зоны концентраций напряжений;
- возникновение эксцентриситетов в ранее уравновешенных нагруженных системах;
- изменение расчетной схемы; где согласно расчетам должны действовать только сжимающие напряжения, возникают изгибающие и растягивающие нагрузки.
- разделение ранее единой конструкции на отдельные «блоки» с меньшими прочностными и жесткостными характеристиками.

Рассмотрим наиболее распространенные концентраторы напряжений, их влияние на напряженно-деформированное состояние конструкций, механизмы деформирования и разрушения. На основе многолетних натурных и лабораторных исследований высказан ряд гипотез (в основном Савиновым Я.В.).

* в отдельных экспериментах участвовали магистранты Морозов С.П., Переделкин А.Р.

1. Гипотеза рассеивания однородных концентраций напряжений, расположенных перпендикулярно действующей нагрузке: **множество одинаковых концентраторов, параллельно расположенных в конструкции рассеивают концентрации напряжений в системе вплоть до их полного выравнивания.**

В качестве примера рассмотрим эксперимент с точечными концентраторами сил реакции опоры, расположенными в основании модели стены (см. ниже).

Испытания моделей стены без начальных дефектов на сосредоточенную нагрузку

Эксперимент проводили при числе точечных опор $N = 1, 2, 3 \dots 15$ изготовленных из стальных арматурных прутков, расположенных под плитой.

Наблюдаемые процессы при $n = 1$. Сразу с приложением нагрузки над стержнями начинала скалываться лещатка 1 (рисунок 1, б). При $\bar{F} = F / F_{dis} = 0,88$, где: F - текущее значение нагрузки; F_{dis} – разрушающая нагрузка), над стержнем Д раскрылась снизу вверх трещина 2, а при $\bar{F} = F_{dis} = 1$ участок ГДИ откалывался. Показания динамометра упали до $\bar{F} = 0,88$. При попытке увеличить нагрузку, над стержнем Д раскрывалась снизу вверх трещина 3. Показания динамометра снова падали уже до 0,6. С дальнейшим нагружением над стержнем Ж раскрывалась трещина 4. Аналогичные деформации происходили при $n = 1, 2, 14$ (рисунки 1,2,3).

Механизм разрушения. В момент приложения нагрузки F в зоне ДЕЖ возникали концентрации вертикальных σ_y и горизонтальных σ_x напряжений (рисунок 1, а, б), началось смятие бетона и скол лещатки. Разрушенный бетон, находясь в сухом пластическом состоянии, вытеснялся из зоны 1 в радиальном направлении (рисунок 2, в). Появлялись усилия F_{str} , которым противодействовали силы межчастичного сцепления F_{cov} в вершине А полусферы 2 смятого бетона. В вершине полусферы т. А кроме усилий F_{str} , действовали сжимающие силы σ_y . Здесь образовались наиболее неблагоприятные условия работы бетона. При $F_{sh} > F_{cov}$ в т. А происходил разрыв с раскрытием вертикальной трещины 3. Поскольку бетон образца не абсолютно изотропен и напряжения над концентраторами ДЖ не одинаковы (т. Е находится в более благоприятных условиях), первая трещина 1 появлялась в точке с наименее худшими условиями. После откола части ГДИ (рисунок 2, б) возник эксцентриситет ОК, а нагрузка из 3-х точек разделилась на 2-е. Возникший эксцентриситет создавал дополнительные напряжения в районе т. Е, где появилась следующая трещина 2. Большая часть нагрузки сосредоточилась в одной т. Ж. Последняя трещина 3 окончательно разрушила образец.

При $n \geq 14$ над концентраторами происходило равномерное распределение напряжений σ_x и σ_y (рисунок 1, в).

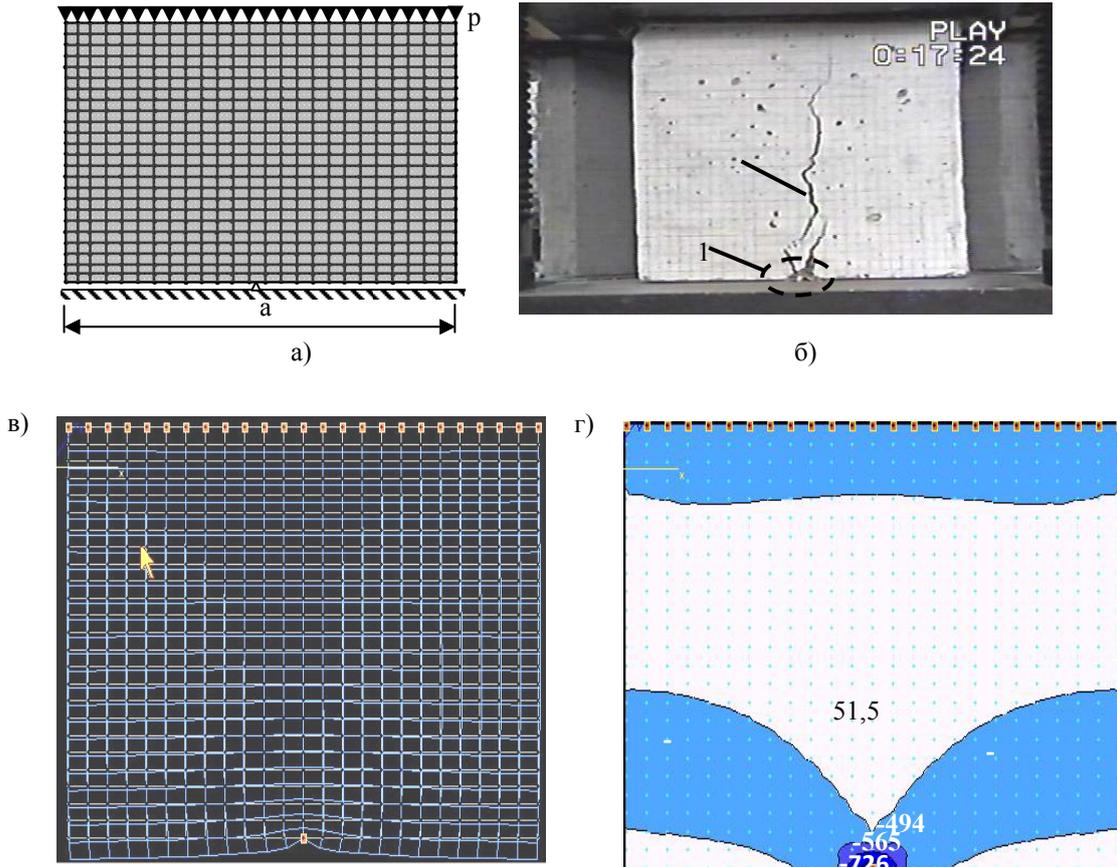


Рисунок 1 - Испытания образцов без начальных дефектов на сосредоточенную нагрузку при $n = 1$; а) расчетная схема; б) картина разрушения; в) расчетные деформации; г) распределение горизонтальных напряжений σ_x

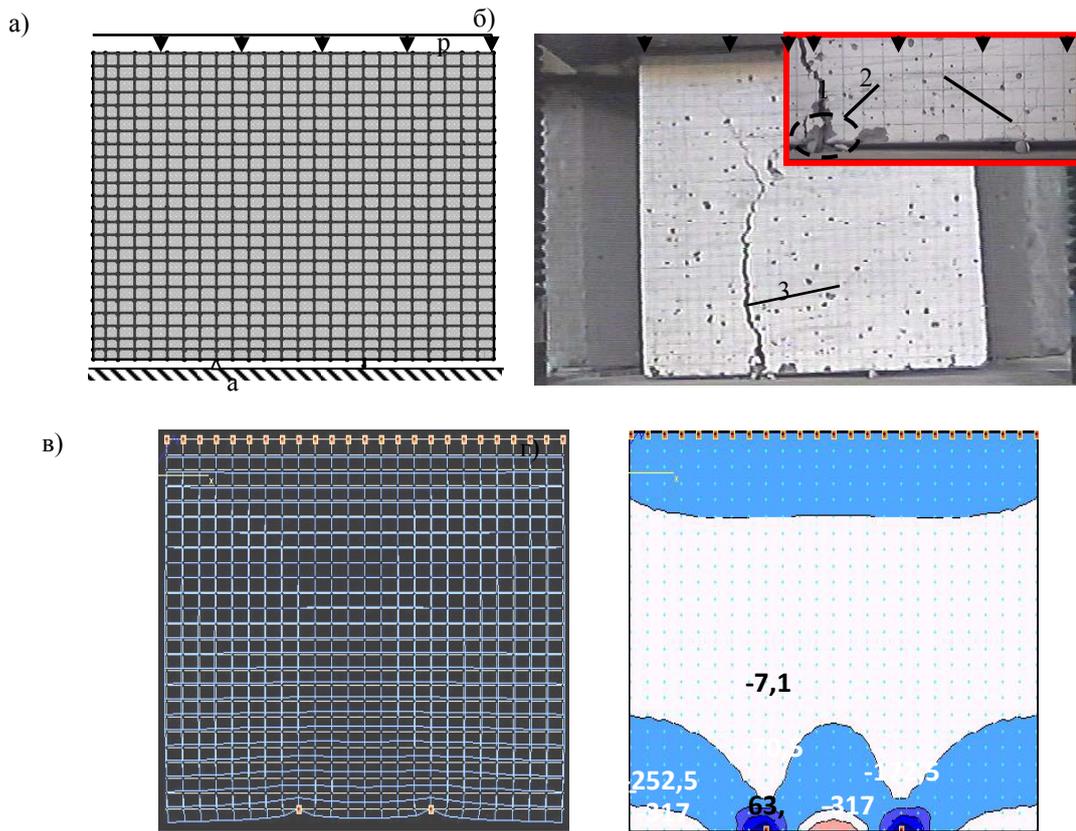


Рисунок 2 - Испытания образцов без начальных дефектов на сосредоточенную нагрузку при $n = 2$, где: а) расчетная схема; б) картина разрушения; в) расчетные деформации; г) распределение горизонтальных напряжений σ_x

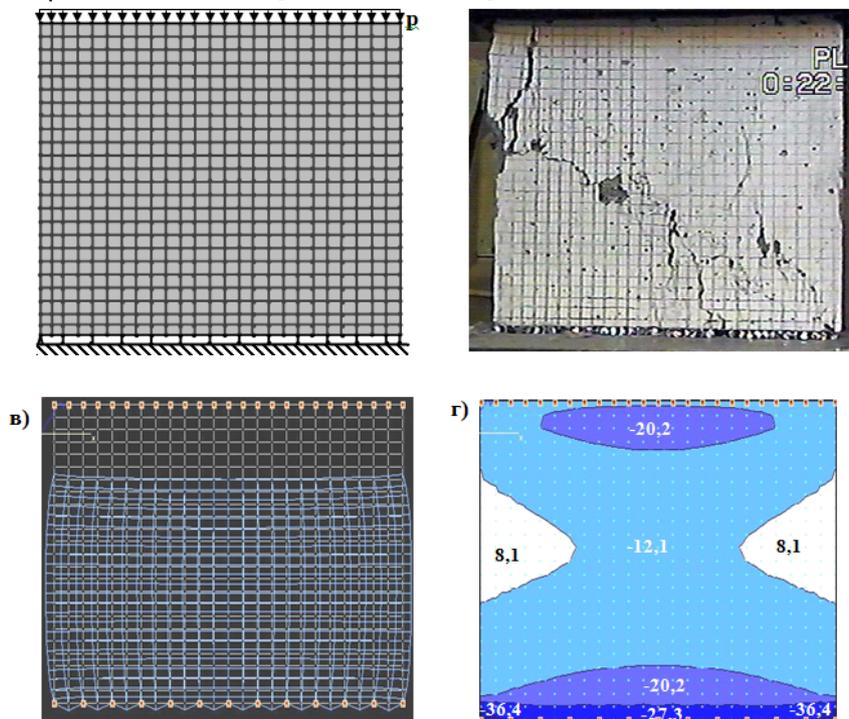


Рисунок 3 - Испытания образцов без начальных дефектов на сосредоточенную нагрузку при $n = 42$, где: а) расчетная схема; б) картина разрушения; в) расчетные деформации; г) распределение горизонтальных напряжений σ_x

Таким образом, точечные нагрузки уже не создают локальных концентраций, поэтому кривая 2 на рисунке 2 д приближается к значениям несущей способности моделей без концентраторов напряжений. Из-за ограниченного числа конечных элементов (30 узлов) расчетной модели, вычисленные данные получились несколько завышенными, поскольку при 15-ти концентраторах операции, закрепленным оказывается каждый второй узел, что в реальности соответствует полному операнию. На образование первой трещины необходимо затратить больше энергии, чем на последующие, поскольку с появлением новой трещины сокращается суммарная площадь сферических поверхностей контакта между смятым бетоном и не поврежденным над концентраторами ЖЕД. Поэтому после появления первой трещины нагрузка на образец падала до нуля.

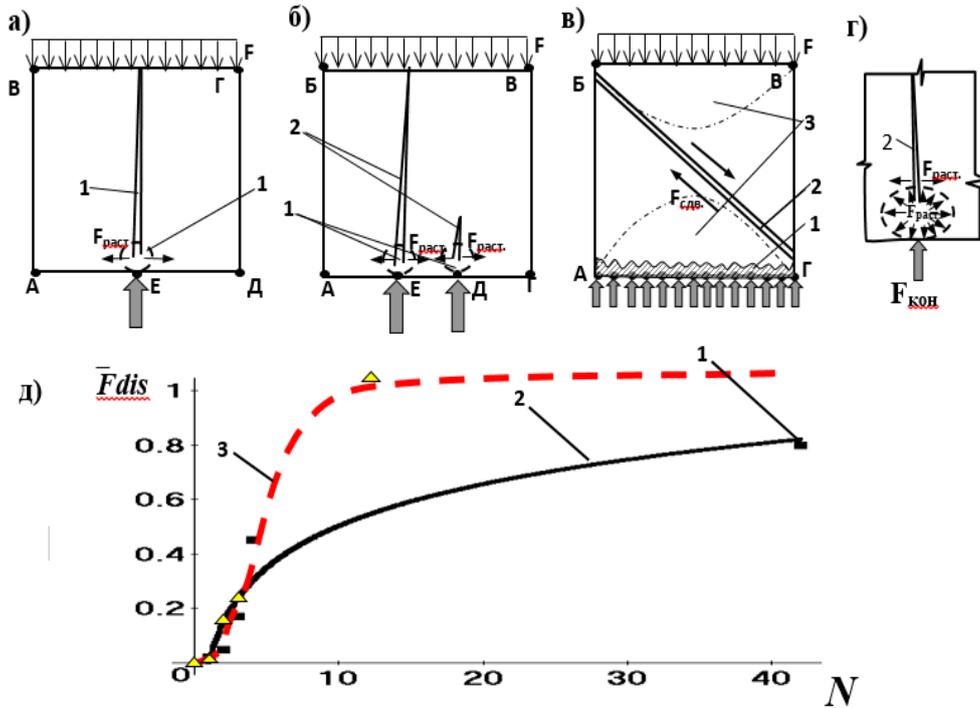


Рисунок 2 - Механизм разрушения образцов при а) 1-ом; б) 2-ух; в) 14-ти концентраторах напряжения, 1-зона концентрации напряжений, 2-трещина разрыва, 3- трещина сдвига, 4- концентрация сжимающих напряжений σ_y ; г) механизм раскрытия трещины разрыва; д) графики исследуемой зависимости: 1- экспериментальные данные; 2- аппроксимирующая кривая; 3- расчетные данные

Полученные экспериментальные данные аппроксимированы логарифмической функцией

$$F_{dis} = 0,163 \ln(N) + 0,1 \quad (1)$$

1. Среднее квадратическое $\sigma_{cp.} = 38,7 \cdot 10^{-3}$ МПа, и максимальное отклонения $\sigma_{max} = 147 \cdot 10^{-3}$ МПа. Полученные расчетные данные выше экспериментальных, что связано с малым числом разбиений модели на конечные элементы. При 13 концентраторах напряжений приложение силы приходится на каждый второй узел, что программа рассматривает как равномерное распределение нагрузки. В результате чего, начиная с 14-ти концентраторов, расчетная несущая способность образца равна 100 %.

Закон рассеивания концентраций напряжений справедлив только для параллельно расположенных концентраторов.

2. Гипотеза распределения внутренних напряжений в нагруженных системах звучит следующим образом: **более прочные элементы, включенные в работу системы, воспринимают на себя нагрузку от окружающих менее прочных элементов.**

Эта гипотеза справедлива и при обратном толковании: менее прочные (ослабленные) элементы разгружают зону своего присутствия, передавая часть своей нагрузки окружающим более прочным элементам. Процесс перераспределения внутренних напряжений нагруженных систем пропорционален степени ослабления элемента, т.е. чем выше разность прочности соседних элементов, тем выше перепад напряжений. Этот закон справедлив для элементов как на макроуровне, так и на микроуровне. Мы можем увидеть действие этого закона также и внутри отдельных элементов.

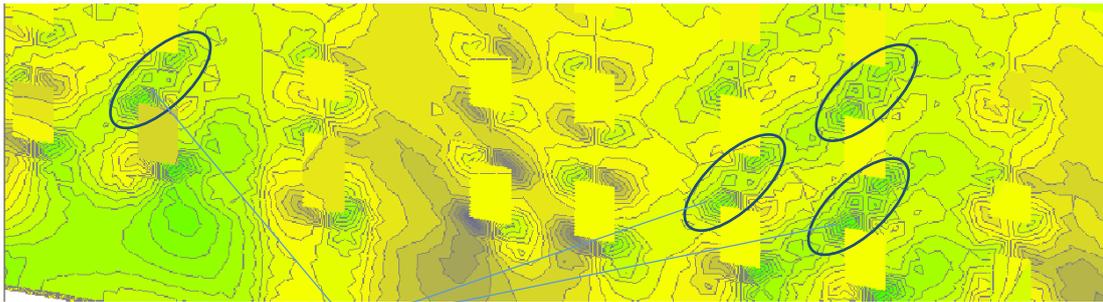
Например: возьмем столб из кирпичной кладки, он берет на себя нагрузку от рядом расположенных перегородок, но сам содержит в себе множество неоднородностей (плохая перевязка горизон-

тальных рядов, неоднородность заполнения швов раствором, неоднородность прочности кирпичей и т.д.). Поэтому нагрузка распределяется по столбу также неоднородно. Появляются перегруженные и недогруженные участки, могут возникнуть эксцентриситеты в элементах, спроектированных как центрально сжатые.

3. Гипотеза последовательных и параллельно расположенных концентраторов напряжений: **концентраторы напряжений, расположенные в плоскости перпендикулярной действию главных суммарных напряжений в системе, называются параллельными; концентраторы, расположенные вдоль оси действия главных напряжений называются последовательными.**

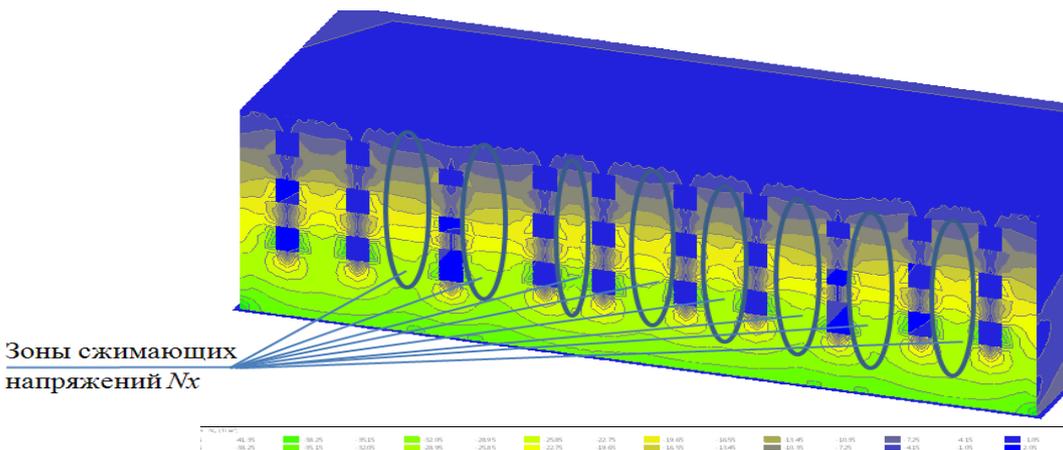
Параллельные концентраторы, расположенные перпендикулярно действующей нагрузке взаимно рассеивают (разделяют между собой) эффект концентрации, а последовательные, т.е. расположенные вдоль действующей нагрузке усиливают эффект концентрации напряжений, они склонны объединяться, образуя продольные трещины.

а) **Пример:** ряды оконных проемов этажей на фасаде высотного здания (см. рис.3).



Зоны растягивающих поперечных напряжений σ_{xy}

б)



Зоны сжимающих напряжений N_x

Рисунок 3 - Оконные проемы как параллельно и последовательно расположенные концентраторы напряжений, а) напряжений σ_{xy} , т/м²; б) напряжений N_x , т/м²

4. Гипотеза объединения концентраторов напряжений: **Если концентраторы напряжений находятся в зоне взаимного влияния и поля их максимальных напряжений в матрице объединяются, то эти концентраторы можно объединить и считать единым целым.**

Существует понятие зоны взаимного влияния концентраторов. Величина зоны влияния концентраторов зависит от передающей способности матрицы: жесткости, упругости, вязкости. Матрицей нагруженной системы является среда, объединяющая отдельные элементы в единое целое.

Пример: эксперимент с прутками...

Объединение концентраторов напряжений приводит к рассеиванию концентраций напряжений.

- Объем материи, вовлеченной в работу...
- Локальные концентраторы и анти концентраторы напряжений...
- Трещина выключает из работы часть материи, ранее несшей нагрузку и переносит эту нагрузку на элементы системы, которые ранее были менее нагружены. Она меняет расчетную схему нагруженной (работающей) системы.

- Влияние формы и расположение концентратора на несущую способность системы в целом....
- Трещина растет только при условии возможности деформирования (перемещения) элементов системы под действием разрушающей нагрузки. Трещина стремится разгрузить перегруженные участки (элементы) нагруженной системы.
- Оконный или дверной проём можно рассматривать как частный случай трещины, в котором угол между берегами трещины равен 90^0 .

Основные выводы:

1. В стенах зданий возникают многочисленные концентраторы в виде проемов, технологических отверстий, включений элементов разной жесткости, дефектов и повреждений; отклонений от проектов и нормативных требований; температурных, усадочных и осадочных деформаций.
2. Концентраторы напряжений вызывают поля напряжений, деформаций и перемещений, приводят к анизотропным явлениям, возникновению трещин, снижению жесткостных характеристик конструкций.
3. Выполненные экспериментальные и численные многолетние исследования выявили механизм деформирования, трещинообразования и разрушения стеновых конструкций.
4. Анализ результатов наблюдений за эксплуатируемыми зданиями показал, что необходимо исследовать НДС системы оснований и зданий.
5. Важной задачей является дальнейшее исследование изучения влияния дефектов, повреждений, включая трещины на остаточную прочность систем основание-здание.

Список использованных источников

1. Леденев В.В. Деформирование и разрушение оснований, фундаментов, строительных материалов и конструкций (теория, эксперимент): монография / В.В. Леденев – Тамбов: изд. Центр ФГБОУ ВО «ТГТУ», 2018.- 464с.
2. Леденев В.В. Прочность и трещиностойкость стен: монография / В.В. Леденев – Тамбов: изд. Центр ФГБОУ ВО «ТГТУ», 2015.- 224с.
3. Савинов Я.В. Основные причины повреждения несущих стеновых конструкций и рекомендации по их предотвращению на примере г. Тамбова: диссертация кандидата технических наук: 05.23.01. / Я.В. Савинов. – Воронеж, ВГАСУ, 2008.-235с.
4. Седов Л.И. Механика сплошной среды: монография.- М.: Наука. Т1.-536с.
5. Шкутов А.С. Прочность стеновых панелей с технологическими отверстиями при совместном воздействии вертикальных и горизонтальных сил: диссертация кандидата технических наук: 05.23.01./ А.С. Шкутов.- Пенза : ПГАСУ 2008.- 229с.

УДК 692.232

67.11.03: Типология строительных конструкций

АНАЛИТИЧЕСКИЙ ОБЗОР СОВРЕМЕННЫХ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫХ ФАСАДНЫХ СИСТЕМ ЗДАНИЙ.

Баклыков Г.А.,

*ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет»
e-mail: baklykovgeorgi@yandex.ru*

Григорьев Н.Н.,

*ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет»
e-mail: dt.cinema@yandex.ru*

Одним из видов повышения энергоэффективности конструкций здания является использование современных материалов повышающих теплотехнические характеристики наружных стен [1-9]. Особое внимание должно уделяться зданиям, срок эксплуатации которых превышает 30 лет, в связи с износом материалов [10-14]. В настоящее время на рынке строительных материалов и конструкций существует большое количество решений по повышению теплозащиты фасада зданий.

На сегодняшний день основными являются следующие системы утепления фасадов здания: фасадная система мокрого типа, система вентилируемого фасада [1-3, 15].

Фасадная система мокрого типа – это многокомпонентный комплекс материалов, предназначенных для повышения тепло- и звукоизоляционных свойств ограждающих конструкций, то есть стен здания. Попутно с этой функцией выполняется и другая – декоративная. В настоящее время в практике утепления используется несколько комплексных систем теплоизоляции с использованием для за-

щитных слоёв «мокрых» штукатурок (например, ТЕХНОНИКОЛЬ, Baucolor, Henkel, Bautechnik, Isover, Paroc, Dryvit, Синтеко, «Сэнарджи Ò – МвС», и др.).[1-3, 15] Состав на рисунке 1.

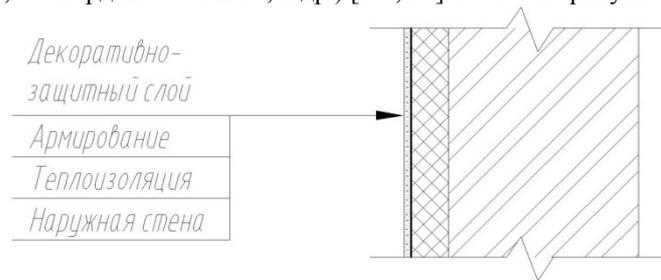


Рисунок 1 – Конструкция системы фасада мокрого типа

Достоинства системы фасада мокрого типа:

- Относительно низкая стоимость материалов и работ по устройству системы.
- Отсутствие необходимости специальных профессиональных навыков у штукатуров и маляров.
- Возможность миграции влаги, содержащейся в толще стены и внутри здания за пределы конструкции.
- Возможности создания многообразия архитектурных решений, достигаемых за счет фактурных штукатурных составов и лакокрасочных материалов.
- Высокая стойкость к воздействиям окружающей среды (солнечной радиации, ветровым нагрузкам).

Система вентилируемого фасада - система, состоящая из облицовочных материалов, которые крепятся на стальную оцинкованную, стальную нержавеющую или алюминиевую каркас к несущему слою стены или к монолитному перекрытию. По зазору между облицовкой и стеной свободно циркулирует воздух, который убирает конденсат и влагу с конструкций. Устройство защитных слоёв на фасаде (вентилируемые фасады) используются при расположении дополнительной теплоизоляции на наружной поверхности стен. При такой конструкции между теплоизоляцией и защитным слоем образуется воздушный зазор, вентилируемый наружным воздухом. Состав типовой конструкции указан на рисунке 2.

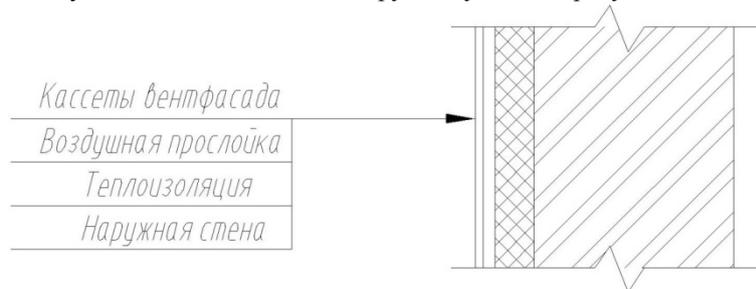


Рисунок 2 – Конструкция системы вентилируемого фасада

Достоинства системы вентилируемого фасада:

- Высокая технологичность монтажа;
- Возможность ведения монтажных работ в любое время года;
- Отсутствие необходимости устройства лесов, ведение монтажа с люлек;
- Долговечность конструкции системы (до 50 лет);
- Реализация быстрого локального ремонта в любое время года;
- Устойчивость к агрессивным средам;

Основной характеристикой теплозащитных качеств наружной стены является фактическое сопротивление теплопередачи R_0 , вычисляемое по формуле [16]:

$$R_0 = \frac{1}{\alpha_B} + \sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_H},$$

где α_B - коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности ограждающей конструкции;

α_H - коэффициент теплоотдачи наружной поверхности ограждающей конструкции;

δ_i - толщина i -го слоя конструкции;

λ_i - коэффициент сопротивления теплопередачи i -го слоя конструкции;

Из данной формулы можно сделать вывод, что величина сопротивления теплопередачи R_0 зависит от толщины слоя конструкции и его коэффициента теплопередачи. Следовательно, энергоэффек-

тивность фасадной системы будет напрямую зависеть от используемых материалов и их физико-механических характеристик.

Наиболее популярными являются плиты из каменной ваты и экструзионного пенополистирола. Проведем их сравнение на основе продукции компании ТЕХНОНИКОЛЬ (<https://nav.tn.ru/>).

Таблица 1

Сравнительный анализ физико-механических характеристик

Характеристика	Единица измерения	Экструзионный пенополистирол ТЕХНОНИКОЛЬ CARBONPROF (50мм)	Плиты из каменной ваты ТЕХНОФАС (50мм)
Теплопроводность λ_{10}	$Вт / м \cdot ^\circ C$	0,029	0,037
Теплопроводность λ_A	$Вт / м \cdot ^\circ C$	0,032	0,040
Теплопроводность λ_B	$Вт / м \cdot ^\circ C$	0,032	0,042
Коэффициент паропроницаемости μ	$мг / м \cdot ч \cdot Па$	0,014	0,3

Разница коэффициентов теплопроводности материалов отличается незначительно. При выборе утеплителя в таком случае следует опираться на преимущества материала в данных условиях эксплуатации. У плит из каменной ваты имеется существенное преимущество перед плитами из пенополистирола, и оно заключается в негорючести и экологичности материала. Базальтовые волокна не горят, а температура плавления достигает 1100°C в отличие от температуры плавления пенополистирола, которая равна 270°C, так же пенополистирол имеет свойство самостоятельно поддерживать огонь. На данный момент пенополистирол все больше теряет популярность в энергоэффективном строительстве, так как в сравнении с каменной ватой он менее экологичен и имеет низкую долговечность.

Из проведенного аналитического обзора можно сделать вывод, что теплоизоляционную функцию фасадной системы здания выполняет утеплитель и сама стена. Особо важную роль играет комбинация материалов и их толщины. Также тип выбираемой системы зависит не только от технических требований к возводимому или реконструируемому зданию, но и от экономических возможностей финансирования проекта.

Список использованных источников

1. Монастырев П.В. Технология устройства дополнительной теплозащиты стен жилых зданий: Учебное пособие. – М.: Издательство АСВ, 2000.-160 с.
2. Гусев Б.В., Езерский В.А., Монастырев П.В., Кузнецова Н.В. Теплотехнические особенности проектирования утепленных наружных стен с вентилируемым фасадом. / Учебное пособие – М.: АСВ, 2006. – 117 с.
3. Техничко-экономические основы эксплуатации, реконструкции и реновации зданий. Сборников С.Б., Доможиллов Ю.Н., Монастырев П.В., Никитина Н.С., Вейкко Кауппила, Юха-Антти Кайвонен, Теуво Аро. / Учебное пособие М.: Издательство Ассоциации строительных вузов, 2007 – 192 с.
4. Езерский В.А., Монастырев П.В., Клычников Р.Ю. Влияние параметров тепловой защиты здания на удельный расход тепловой энергии // Жилищное строительство. - 2010. - №1. – С.43-45.
5. Езерский В.А., Монастырев П.В., Клычников Р.Ю. Техничко-экономическая оценка термомодернизации жилых зданий – М.: Издательство Ассоциации строительных вузов, 2011.– 176 с.
6. Клычников Р.Ю., Езерский В.А., Монастырев П.В. Последовательность термомодернизации жилых зданий и ее влияние на экономическую эффективность // Жилищное строительство. - 2015. - №6. – С.27-31.
7. Клычников Р.Ю., Монастырев П.В., Езерский В.А. Влияние темпа реализации термомодернизации группы жилых зданий на ее экономическую эффективность // Третья национальная научно-практическая конференция молодых ученых «Актуальные вопросы, достижения и инновации науки XXI века». Выпуск 58. Издательство Першина Р.В. – 2018. С. 40-43.
8. Valery A. Ezersky, Pavel V. Monastirev, Ivan A. Ivanov. The Analysis of Thermal Properties of a Wall Fragment Made with 3D Construction Technology // International Journal for Computational Civil and Structural Engineering, Volume 15, Issue 4, 2019, Pages 34-47.
9. Клычников Р.Ю., Езерский В.А., Монастырев П.В. Оптимизация термомодернизации группы жилых зданий в различных макроэкономических условиях // Строительство и реконструкция. 2017. № 5 (73). С. 108-122.

10. Монастырев П.В. Жилищный фонд и энергосбережение // Жилищное строительство. - 2000. - №5. – С.14-15/
11. Езерский В.А., Монастырев П.В., Клычников Р.Ю. Методика определения предельного срока службы здания, обеспечивающего безубыточность его термомодернизации / Academia. Архитектура и строительство. – 2010. - № 3. – М. НИИСФ РААСН – С.357-362.
12. Езерский В.А., Монастырев П.В., Клычников Р.Ю. Техничко-экономическая оценка термомодернизации жилых зданий – М.: Издательство Ассоциации строительных вузов, 2011.– 176 с.
13. Езерский В.А., Монастырев П.В., Клычников Р.Ю. Оптимизация последовательности термомодернизации группы жилых зданий // Жилищное строительство. - 2011. - №12. – С.29-32.
14. Езерский В.А., Монастырев П.В., Клычников Р.Ю. Об оптимальных уровнях тепловой защиты ограждающих конструкций и сроках их окупаемости в термомодернизируемых жилых зданиях // Вестник Центрального регионального отделения РААСН. - 2012. – Выпуск 11. – С.294-302.
15. Физико-технические основы повышения защитных качеств ограждений при капитальном ремонте: методические указания /сост.: В.И. Леденёв, И.В. Матвеева, А.М. Макаров. – Тамбов: Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та, 2009. – 40 с.
16. СП 50.13330.2012 Тепловая защита зданий. Актуализированная редакция СНиП 23-02-2003 [Текст]. – Введ. 2012-01-01. – М. : ФАУ ФЦС, 2012. – 95 с.

УДК 621.791.042

81.35.15: Дуговая сварка и резка

ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ УГЛЕРОДНЫХ НАНОТРУБОК ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ МЕЛКОЗЕРНИСТОЙ СТРУКТУРЫ СВАРНЫХ ШВОВ

Болдырев А.М.,

*ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет», д-р. техн. наук,
член-корреспондент РААСН, профессор кафедры "Металлические и деревянные конструкции"
e-mail: boldyreff@inbox.ru*

Першин В.Ф.,

*ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», д-р. техн. наук,
профессор кафедры "Техника и технологии производства нанопродуктов"
e-mail: pershin.home@mail.ru*

Сизинцев С.В.,

*ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет» ассистент
кафедры "Металлические и деревянные конструкции"
e-mail: sizincev.1991@mail.ru*

Санников В.Г.,

*ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет» канд. физ.-мат. наук,
доцент кафедры "Физика"
e-mail: v_sannikov@mail.ru*

Введение

Металлические конструкции являются важнейшими объектами строительной отрасли, потребляющей для них более 70% листового и профильного проката, производимого в мире. Основным способом соединения отдельных элементов и узлов в таких конструкциях является сварка плавлением (электродуговая, плазменная, электронно-лучевая). Одной из главных проблем металлоконструкций – это их склонность к хрупким разрушениям, возникающим внезапно, без заметных предшествующих деформаций, часто при отрицательных температурах и нагрузках ниже расчетных. При этом 70-80% таких разрушений связано со сваркой. При сварке плавлением, вследствие специфических термических и деформационных условий при кристаллизации сварочной ванны формируется крупнозернистая структура металла шва с более низкой, чем у свариваемого металла, пластичностью. С понижением температуры пластичность металла, вследствие уменьшения подвижности дислокаций, уменьшается. Влияние температуры на подвижность дислокаций зависит от типа кристаллической решетки. Низкоуглеродистые малолегированные стали, из которых в основном изготавливаются строительные конструкции, с ОЦК-решеткой более чувствительны к понижению температуры, чем дорогие аустенитные стали с ГЦК-решеткой. Мелкозернистая структура металла обладает более высокими пластичностью и пределом прочности. Поэтому получение мелкозернистой структуры металла шва является постоянной проблемой сварочного производства.

Под зерном в металловедении подразумевают кристалл, выросший в процессе кристаллизации расплава из одного зародыша. Проведенный Колмогоровым А.Н. математический анализ кристаллизации расплава в ограниченном объеме показал, что диаметр сферического зерна d пропорционален объемной скорости роста кристаллических зародышей R ($\text{см}^3/\text{с}$) и обратно пропорционален количеству этих зародышей, возникающих в единице объема за одну секунду N ($1/\text{см}^3 \cdot \text{с}$) [1].

$$d = k \cdot \sqrt[3]{\frac{R}{n}}, \quad (1)$$

Отсюда следует, что для получения мелкозернистой структуры необходимо уменьшить скорость роста кристаллов или увеличить скорость их зарождения. Скорость роста кристаллов в сварочной ванне пропорциональна скорости сварки. Поэтому замедление скорости роста кристаллов путем снижения скорости сварки нерационально с точки зрения производительности процесса, из-за ухудшения термомеханических процессов в зоне сварки. Главным направлением получения мелкозернистой структуры шва при сварке является увеличение скорости зародышеобразования кристаллов в сварочной ванне. Известно много способов получения мелкозернистой структуры шва в процессе кристаллизации сварочной ванны, но наиболее эффективным из них, является способ модифицирования сварочной ванны. При модифицировании в сварочную ванну вводят вещества, которые или замедляют рост кристаллов (ингибиторы) или выполняют роль готовых центров кристаллизации (инокуляторы). При сварке сталей практическое применение нашли инокуляторы, модифицирующая активность которых зависит от типа их кристаллической решетки и ее параметров, а также от температуры плавления, плотности и теплофизических свойств (теплоемкости и теплопроводности). Теплофизические свойства и температура плавления инокулятора определяют время дезактивации модифицирующей частицы в сварочной ванне, а тип кристаллической решетки и ее параметры определяют степень химического сродства инокулятора со свариваемым металлом, следовательно, и величину энергетического барьера при переходе атомов жидкой фазы на поверхность модификатора.

Новым направлением в повышении стойкости металлических конструкций против хрупкого разрушения может быть измельчение структуры металла шва модифицированием сварочной ванны наноструктурными материалами, в частности углеродными нанотрубками (УНТ).

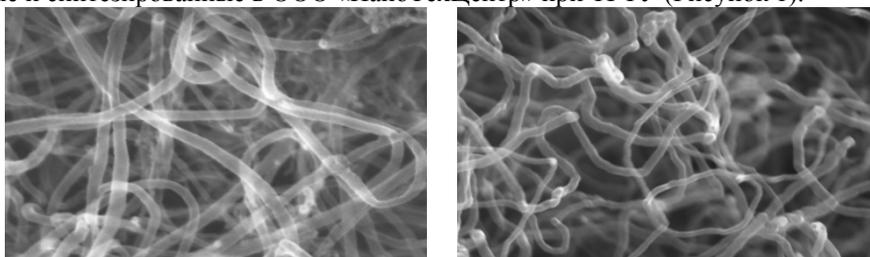
Применение УНТ в модифицировании металла шва в настоящее время практически не исследовано. Нам известна пока одна работа о влиянии УНТ на свойства покрытий из баббита [2]. Однако, насколько УНТ эффективнее уже проверенных способов измельчения структуры, как решается проблема доставки в сварочную ванну УНТ и сохранения их активности, какие особенности структуры и свойств металла шва при этом получаются, каков механизм воздействия УНТ на процесс кристаллизации и другие вопросы пока не исследованы.

Уникальные свойства УНТ, такие как высокая удельная поверхность (до $2600 \text{ м}^2/\text{г}$) и механическая прочность (в 50-100 раз выше прочности стали), тугоплавкость (от $3000-4000 \text{ }^\circ\text{C}$) и наличие поверхности раздела фуллерен-расплав позволяет предположить о возможности их положительного влияния на процесс кристаллизации сварочной ванны [3, 4].

Цель настоящей работы – экспериментально подтвердить или опровергнуть в принципе возможность УНТ влиять на процесс кристаллизации и формирования структуры металла шва.

Материалы и методика исследований

Для достижения поставленной цели исследовали микроструктуру металла сварных швов, выполненных с введением в сварочную ванну инокуляторов применяли УНТ серии «Таунит» и «Таунит-М», разработанные и синтезированные в ООО «НаноТехЦентр» при ТГТУ (Рисунок 1).



Таунит

внешний $\varnothing 20-50 \text{ нм}$, длина $\geq 2 \text{ мкм}$,
внутренний $\varnothing 10-20 \text{ нм}$, удельная
поверхность $\geq 160 \text{ м}^2/\text{г}$, насыпная
плотность $0,3-0,6 \text{ г}/\text{см}^3$

Таунит-М

внешний $\varnothing 10-30 \text{ нм}$, длина $\geq 2 \text{ мкм}$,
внутренний $\varnothing 5-15 \text{ нм}$, удельная по-
верхность $\geq 270 \text{ м}^2/\text{г}$, насыпная плот-
ность $0,025-0,06 \text{ г}/\text{см}^3$

Рисунок 1 – РЭМ-изображение УНТ серии «Таунит», «Таунит-М» и параметры трубок

Модифицирующую активность УНТ сравнивали с активностью известных модификаторов в стали (диоксид титана TiO_2 и оксид алюминия Al_2O_3), имеющих следующие характеристики:

Диоксид титана: средний размер частиц 374 нм; тип кристаллической решетки – тетрагональная сингония с параметрами $a = 0,459$ нм и $c = 0,296$ нм; $T_{пл} = 1843$ °С; плотность 4,05 г/см³.

Оксид алюминия: средний размер частиц 141,8 нм; тип кристаллической решетки – тригональная сингония с параметрами $a = 0,476$ нм и $c = 1,299$ нм; $T_{пл} = 2050$ °С; плотность 4,23 г/см³.

Средний размер частиц TiO_2 и Al_2O_3 определяли на приборе Zetasizer Nano ZSP фирмы Malvern. Для предотвращения образования агломератов измеряемый порошковый материал обрабатывали в течение 5 мин на ультразвуковом диспергаторе SONICATOR Q500.

Изготовление и ввод в сварочную ванну гранулированной металлохимической присадки (МХП) с исследуемыми инокуляторами производили в соответствии с работой [5]. В качестве гранулята использовали крошку из проволоки Св-08ГА $\varnothing 2,0 \times 1,5$ мм. Механосинтез гранулята с инокулятором осуществляли в высокоэнергетической планетарной мельнице Pulverisette 5 фирмы Fritsch (Германия). До- и после механосинтеза производили взвешивание смеси на аналитических весах VIBRA HTR-220CE (Япония) с классом точности по ГОСТ 24104-2001 - специальный (I). Прочность сцепления инокулятора с гранулятом оценивали коэффициентом усвоения K_y , представляющего отношение веса готовой МХП ($P_{МХП}$) к весу смеси перед загрузкой в мельницу (P_0):

$$K_y = \frac{P_{МХП}}{P_0} \quad (2)$$

Образцы $300 \times 250 \times 10$ мм из листовой стали 09Г2С сваривали встык за один проход автоматической сваркой под флюсом АН-47. Перед сваркой пластины и выводные планки для удаления влаги прогревали газовым пламенем до 100-120°С, а МХП и флюс прокаливали в течение 1 часа в электропечи при 350 ± 50 °С. Начало и завершение сварки образцов выполняли на выводных планках $150 \times 100 \times 10$ мм, приваренных к контрольным пластинам ручной электродуговой сваркой. Пластины, зачищенные до металлического блеска с обеих сторон на ширину – 20 мм от стыка, собирали в специальном приспособлении с зазором 6^{+2}_{-1} мм, в который засыпали МХП. Для качественного формирования обратного валика и уменьшения скорости охлаждения корня шва применяли керамическую подкладку типа 1G82-R фирмы ESAB. Схема сборки, размеры сварного шва и зоны подсчета количества зерен в микроструктуре представлены на рисунках 2 и 3.

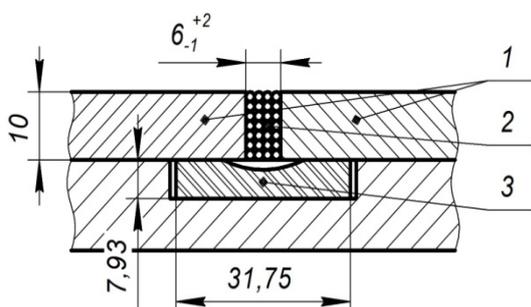


Рисунок 2 – Схема сборки под сварку исследуемых образцов. 1 – свариваемый металл; 2 – МХП; 3 – керамическая подкладка

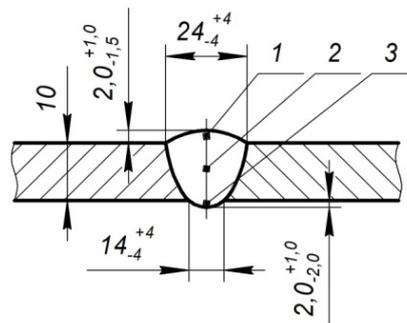


Рисунок 3 – Сечение сварного соединения и расположение зон подсчета количества зерен в микроструктуре шва. 1 – усиление; 2 – центр шва; 3 – корень шва

Режимы сварки: ток - постоянный, полярность обратная, 650-750А; напряжение на дуге 36-38 В; скорость сварки 18 м/ч; электродная проволока Св-08ГА, $\varnothing 4,0$ мм; скорость подачи электрода 85 м/ч; вылет электрода 38-40 мм.

Из образцов, сваренных с введением в сварочную ванну инокуляторов, изготавливали поперечные шлифы для металлографического анализа. Для выявления микроструктуры применяли насыщенный раствор пикриновой кислоты с добавками 5% поверхностно-активных веществ.

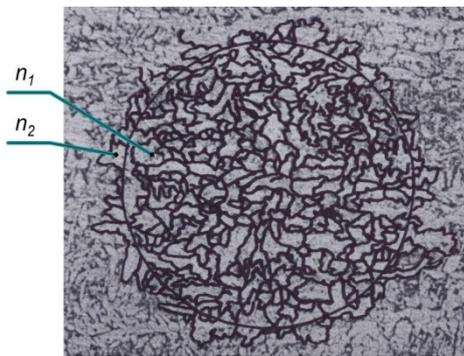


Рисунок 4 – Схема подсчета зерен на контрольной площади

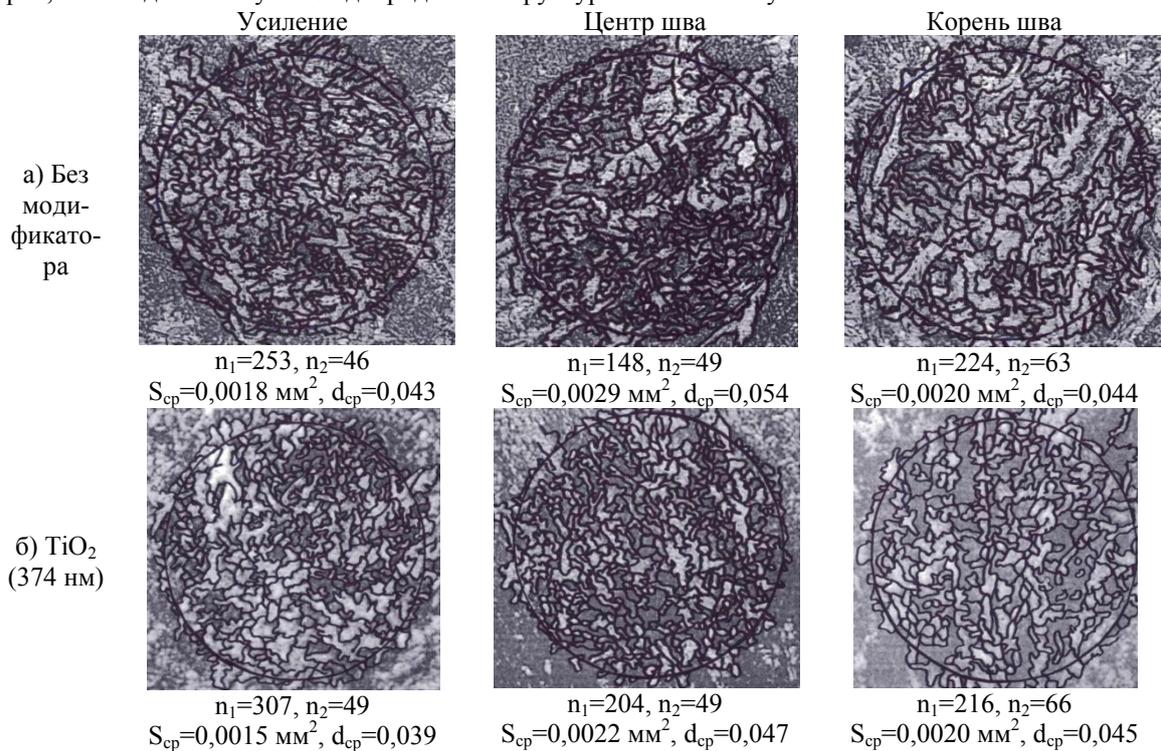
Исследования проводили на цифровом микроскопе AltamiMET1C с программным обеспечением Altami Studio.

Результаты исследований и их обсуждение

Коэффициент усвоения K_U для инокулятора TiO_2 составил 0,88, для Al_2O_3 – 0,95, для УНТ «Таунит» - 0,33, а для «Таунит-М» - 0,028. Эти данные свидетельствуют о высокой прочности сцепления частиц TiO_2 и Al_2O_3 , после механосинтеза, с поверхностью проволоочной крошки.

В тоже время коэффициенты усвоения частиц УНТ «Таунит» и «Таунит-М» оказались на порядок меньше, что можно объяснить малой массой этих частиц и их низкой кинетической энергией при движении в размольном стакане мельницы. При столкновении такой частицы с поверхностью гранулы выделяемой энергии недостаточно для образования прочной связи между ними. В связи с этим необходимы изыскания новых способов и технологии доставки УНТ в сварочную ванну.

Металлографические исследования (рис. 5) показали, что все инокуляторы, вводимые в сварочную ванну, в той или иной степени, способствовали измельчению микроструктуры металла шва. Наибольшее измельчение получено при введении в ванну Al_2O_3 и УНТ «Таунит-М». Кроме того, в случае использования «Таунит-М», во всех контрольных зонах шва наблюдали примерно одинаковое число зерен, что свидетельствует об однородности структуры шва по всему сечению.



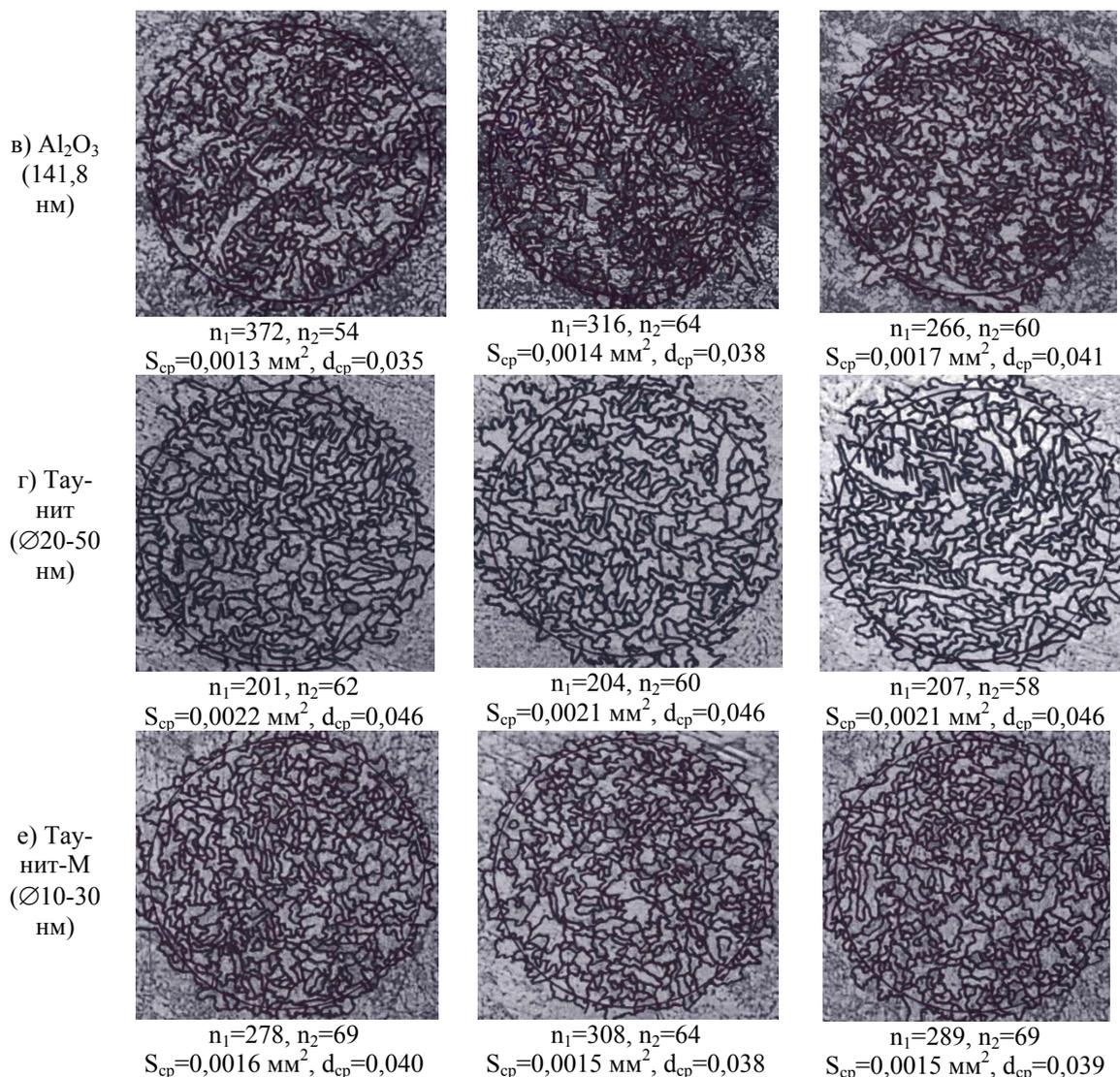


Рисунок 5 – Микрофотографии структуры и результаты подсчета количества зерен, $\times 100$ (при репродукции уменьшены в 2 раза)

Осредненные результаты исследования микроструктуры металла швов представлены в таблице 1.

Таблица 5

Результаты металлографических исследований					
Параметры микроструктуры металла шва	Инокулятор				
	гранулят без мод.	TiO_2	Al_2O_3	УНТ (Таунит)	УНТ (Таунит-М)
Количество зерен на 1 мм^2	470	540	696	468	652
Средняя площадь зерна, $S_{cp}, \text{ мм}^2$	0,0022	0,0019	0,0015	0,0021	0,0015
Средний диаметр $d_{cp}, \text{ мм}$	0,047	0,044	0,038	0,046	0,039

Выводы

- Показана принципиальная возможность применения углеродных нанотрубок для модифицирования металла шва при сварке сталей.
- Механосинтез углеродных нанотрубок и гранулята из проволочной крошки в планетарной мельнице, из-за большой разницы массы их частиц, маловероятен. Необходимы изыскания других способов получения прочных связей УНТ с поверхностью гранулята.
- Необходима разработка способов оценки количества и концентрации вводимых в сварочную ванну УНТ.

Список использованных источников

1. Колмогоров А.Н. К статической теории кристаллизации металлов // Известия АН СССР. Серия математическая. – 1957. - №3.
2. Коберник Н.В., Чернышов Г.Г., Чернышова Т.А., Вагагов В.Е. Антифрикционные свойства покрытий, полученных плазменной наплавкой баббита с углеродными наноструктурами // Сварка и диагностика, 2013, №3, С. 27-31.
3. Золотухин И.В., Калинин Ю.Е., Стогней О.В. Новые направления физического материаловедения: Учебное пособие. – Воронеж: Изд-во ВГТУ, 2000. – 360 с.
4. Давыдов С.В. Наномодификатор как инструмент генной инженерии структурного состояния расплава чугуна // Сборник докладов Литейного консилиума №1 «Модифицирование как эффективный метод повышения качества чугунов и сталей» - Челябинск: Челябинский Дом печати, 2006.
5. Болдырев А.М., Гуцин Д.А. Модифицирование металла шва при сварке низколегированных сталей под флюсом: монография // Воронеж: ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет», 2017. 140 с.
6. ГОСТ 5639-82. Стали и сплавы. Методы выявления и определения величины зерна.

УДК 625.7

73.31.11:Автомобильные дороги

ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ НАЦИОНАЛЬНОГО ПРОЕКТА «БЕЗОПАСНЫЕ И КАЧЕСТВЕННЫЕ АВТОМОБИЛЬНЫЕ ДОРОГИ» В Г.ТАМБОВЕ

Максимова И.А.,

*ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», магистрант,
e-mail: maximova.i8@mail.ru*

Крайний И.А.,

*ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», магистрант,
e-mail: ivk.93.09@gmail.com*

Пакин В.А.

*ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», магистрант,
e-mail: dgd06@inbox.ru*

Зарапин Ю.А.

*Генеральный директор МКУ «Дирекция городских дорог»
e-mail: dgd06@inbox.ru*

Большинство улиц города Тамбова построены в 70-е – 80-е годы прошлого столетия и не соответствуют нормативным требованиям. Необходимо выполнение работ, связанных с повышением транспортно-эксплуатационных показателей улично-дорожной сети, в т.ч. безопасности дорожного движения. По состоянию на декабрь 2017 года на территории городской агломерации – город Тамбов доля протяженности дорожной сети, соответствующей нормативным требованиям, составляла 62,4% от общей ее протяженности [1-10]. Вместе с тем, возросшая интенсивность движения транспортных средств усложняет условия движения на городских дорогах, возникают заторы и пробки, растет аварийность и количество участников ДТП.

С целью повышения транспортно-эксплуатационных качеств дорог и безопасности дорожного движения в г. Тамбове в настоящее время реализуется национальный проект «Безопасные и качественные автомобильные дороги». В рамках этого проекта в перечень объектов в первую очередь включались магистральные улицы общегородского значения регулируемого движения и магистральные улицы районного значения, обеспечивающие связь между жилыми районами города Тамбова, по которым истекли межремонтные сроки. На большинстве улиц, вошедших в перечень дорог, организовано движение общественного транспорта.

Национальный проект «Безопасные и качественные автомобильные дороги» (БКАД) на территории Тамбовской области реализуется в период с 2019 по 2024 годы в рамках двух региональных проектов: дорожная сеть и общесистемные меры развития дорожного хозяйства.

Данный национальный проект разработан Министерством транспорта Российской Федерации с целью исполнения пункта 8 Указа Президента Российской Федерации от 7 мая 2018 года № 204 «О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года». Общее финансирование регионального проекта в Тамбовской области за период реализации составит 3792,7 млн. рублей.

Реализация национального проекта для сформированного перечня автомобильных дорог позволит довести автомобильные дороги регионального значения и дорожные сети городских агломераций до нормативных требований, снизить смертность в результате ДТП в 3,5 раза по сравнению с 2017 годом и количество мест концентрации ДТП на 50 %, сократить протяженность автомобильных дорог федерального и регионального значения, работающих в режиме перегрузки на 10 %, расширить практику применения при ремонтных работах современных технологий, материалов и технологических решений.

Подготовительные работы для участия в национальном проекте были начаты в 2018 году, в результате которых был сформирован перечень автомобильных дорог для включения в него. В проект вошли магистральные улицы общегородского и районного значения, требующие выполнения работ, связанных с их ремонтом, капитальным ремонтом, реконструкцией, а также новым строительством (дороги, связывающие и проходящие в новых микрорайонах, подъездные дороги к вновь строящимся детским садам, школам и т.п.). С целью определения необходимого объема денежных средств на проведение ремонтных работ было проведено обследование состояния автомобильных дорог и тротуаров с составлением дефектных ведомостей и ведомостей объемов работ.

За 2019 год работы были выполнены на улицах, приведенных ниже:

- ул.Авиационная (от ул.комиссара Московского до ул.Ипподромной);
- ул. Базарная (от ул.Октябрьской до Северной площади);
- ул. Киквидзе (от ул.Авиационной до трассы Москва- Волгоград);
- ул.Карла Маркса (от ул.Астраханской до ул.Интернациональной) ;
- ул.Магистральная (от ул.Рылеева до ул.Мичуринской);
- Моршанское шоссе (от пл.Комсомольской до ул.Урожайной)
- ул.комиссара Московского (от ул.Октябрьской до ул.Киквидзе);
- ул.Носовская (от ул.Интернациональной до ул.Студенечкой);
- ул.40 лет Октября (от ул.Авиационной до ул.им.Фрунзе);
- ул.Пролетарская (от ул.Лермонтовской до ул.Интернациональной).

В 2020 году предусмотрено проведение работ по следующим улицам:

- ул.Карла Маркса (от ул.Пролетарской до ул.Магистральной);
- Рассказовское шоссе (ул.Степана Разина до Пригородного леса);
- ул.Советская (от ул.М.Горького до ул.Красноармейской);
- ул.Монтажников (от Моршанского шоссе до ул.Чичканова);
- Н.Вирты;
- ул.Октябрьская (от ул.Советской до ул.Карла Маркса);
- ул.Ново-лагерная(от пер.Ново-рубешный до ул.Ново-дорожной);
- пер.Ново-рубешный (от ул.Промышленной до ул.ак.Островитянова);
- ул.ак.Островитянова (от пер.Ново-рубешного до ул.Ново-лагерной);
- ул.Лермонтовская (от ул.им.Юрия Гагарина до границ г.Тамбова);
- реконструкция автодорог по ул.Васильковой (от ул.Мичуринской до ул.Гвардейской, ул.Селезневской (от ул.Мичуринской до ул.Гвардейской);
- реконструкция ул.Базарной (от ул.Студенечкой набережной до ул.Студенечкой);
- строительство подъездной автомобильной дороги к детским садам по ул.Сабуровской,1Д и ул.Селезневской,2Д.

В рамках реализации национального проекта «Безопасные и качественные автомобильные дороги» на территории Тамбовской агломерации осуществляется технический контроль за проведением работ не только со стороны организации заказчика работ МКУ «Дирекция городских дорог и улиц», но и Федеральным дорожным агентством «РОСАВТОДОР». Так, на протяжении всего процесса выполнения работ Воронежскими филиалами ФАУ «РосДорТехнологии» и ФАУ «РосдорНИИ» производится мониторинг качества выполненных ремонтных работ и применяемых дорожно-строительных материалов.

Учитывая вышесказанное, можно отметить, что реализация национального проекта «Безопасные и качественные автомобильные дороги» для сформированного перечня автомобильных дорог позволит к 2025 году привести в нормативное состояние 85% улично-дорожной сети города.

Список использованных источников

1. Белов С.В. Текущее состояние работ по ремонту и содержанию улично-дорожной сети г. Тамбова / С.В. Белов, А.В. Воротилин, К.А. Андрианов // В сборнике: Устойчивое развитие региона: архитектура, строительство, транспорт. Материалы 6-ой Международной научно-практической конференции, посвящённой 40-летию юбилею Института архитектуры, строительства и транспорта ТГТУ. 2019. С. 415-418.
2. ГОСТ Р 50597-2017 Дороги автомобильные и улицы. Требования к эксплуатационному состоянию, допустимому по условиям обеспечения безопасности дорожного движения.
3. Крайний, И.А. Предложения по развитию улично-дорожной сети г. Тамбова в условиях роста автомобилизации / И.А. Крайний, В.А. Пакин, К.А. Андрианов // Актуальные проблемы городского строительства. Сб. трудов всероссийской научно-технической конференции. – Пенза: ПГУАС, 2019. – С. 142 – 146.
4. Крайний, И.А. Применение инновационных материалов, повышающих срок службы автомобильных дорог / И.А. Крайний, В.А. Пакин, К.А. Андрианов // В сборнике: Устойчивое развитие региона: архитектура, строительство, транспорт. Материалы 6-ой Международной научно-практической конференции, посвящённой 40-летию юбилею Института архитектуры, строительства и транспорта ТГТУ. 2019. С. 332-335.
5. Максимова, И.А. Организация парковочного пространства в городской застройке / И.А. Максимова, К.А. Андрианов // Актуальные проблемы городского строительства. Сб. трудов всероссийской научно-технической конференции. – Пенза: ПГУАС, 2019. – С. 66 – 69.
6. Сальников, С.А. Основные направления развития улично-дорожной сети г. Тамбова // С.А. Сальников, К.А. Андрианов, Ю.А. Зарапин / Устойчивое развитие региона: архитектура, строительство, транспорт: Материалы 4-й международной научно-практической конференции Института архитектуры, строительства и транспорта/ ФГБОУ ВПО "Тамбовский государственный технический университет". – Тамбов: Изд-во Першина Р.В., 2017. - С. 339-343.
7. Сальников, С.А. Влияние транспортно-эксплуатационных показателей городских дорог на их пропускную способность / С.А. Сальников, Д.Г. Фролов, Ю.А. Зарапин, К.А. Андрианов // Устойчивое развитие региона: архитектура, строительство, транспорт: Материалы 5-й международной научно-практической конференции Института архитектуры, строительства и транспорта/ ФГБОУ ВО "Тамбовский государственный технический университет". – Тамбов: Изд-во Першина Р.В., 2018. - С. 297-300.
8. Senibabnov, S.A. Analysis of normative documentation on the calculation of the strength characteristics of non-rigid road pavement for the permissible elastic deformation / S.A. Senibabnov, K.A. Andrianov, A.F. Zubkov // Russian Journal of Building Construction and Architecture. 2020. № 1 (45). С. 66-84.
9. СП 42.13330.2016. Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений. Актуализированная редакция СНиП 2.07.01-89*.
10. Пилецкий, М.Э. Применение битумоминеральных смесей при ремонте выбоин дорожных покрытий / М.Э. Пилецкий, А.Ф. Зубков, К.А. Андрианов, И.В. Дидрих // Приволжский научный журнал. 2017. № 3 (43). С. 50-57.

УДК 625.7

73.31.11: Автомобильные дороги

СПОСОБЫ ТЕХНОЛОГИИ СТАБИЛИЗАЦИИ И УКРЕПЛЕНИЯ ГРУНТОВ НА АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГАХ

Чиркина Е.А.,

*ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», магистрант,
e-mail: murigovaelena@mail.ru*

Андрианов К.А.,

*ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», к.т.н., доцент, заведующий
кафедрой «Городское строительство и автомобильные дороги»
e-mail: konst-68@yandex.ru*

Строительство дорог в России традиционно сопряжено с активным расходом материалов, энергии и других ресурсов. В процессе строительства дорог используются привозные материалы, такие как песок и щебень. На общую стоимость готовой дороги существенное влияние оказывают цены

на эти материалы и их транспортировку. Темпы строительства дорог по традиционной технологии уже не соответствуют современным требованиям экономики, а затраты на реконструкцию и их обслуживание уже сравнимы со стоимостью новых дорог [1,2,6,10].

В связи с этим, самый острый и насущный вопрос в современном дорожном строительстве – это вопрос в первую очередь изучения, а затем внедрения и применения технологий дорожного строительства, отвечающим всем современным требованиям. В настоящее время очень востребованной представляется технология укрепления и стабилизации грунтов. Одним из мировых лидеров в разработке и внедрении таких технологий в аэродромном и дорожном строительстве был именно СССР. Технология имела свои как преимущества, так и недостатки и по ряду причин (главная из которых отсутствие необходимой техники отечественного производства) в то время не заняла достойного места.

В настоящее время разработаны ГОСТы, рекомендации применения, указанной выше технологии, необходимая техника широко представлена различными производителями на российском рынке. Таким образом, в России технология укрепления грунтов представляется очень перспективной и эффективной с точки зрения повышения качества производства работ при значительном снижении затрат [3-5, 7-9].

При строительстве дорог проводятся земляные работы, работы по устройству подстилающих слоев из песка, слоев основания из каменных материалов – щебня (гравия), затем устройство слоев покрытия и поверхностного слоя – слоя износа. Технологии укрепления грунтов позволяет отказаться от проведения такого количества традиционных земляных работ, для устройства слоя основания исключить использование огромного количества привозных материалов, а использовать любой тип местного грунта. В качестве строительного материала могут быть использованы пески, суглинки, глины, песчано-гравийная смесь, загрязненные грунты, абсолютно любые местные грунты или отходы промышленного производства. Типовая конструкция и конструкция дорожной одежды с применением укрепления грунтов приведена на рис.1 [3-5].

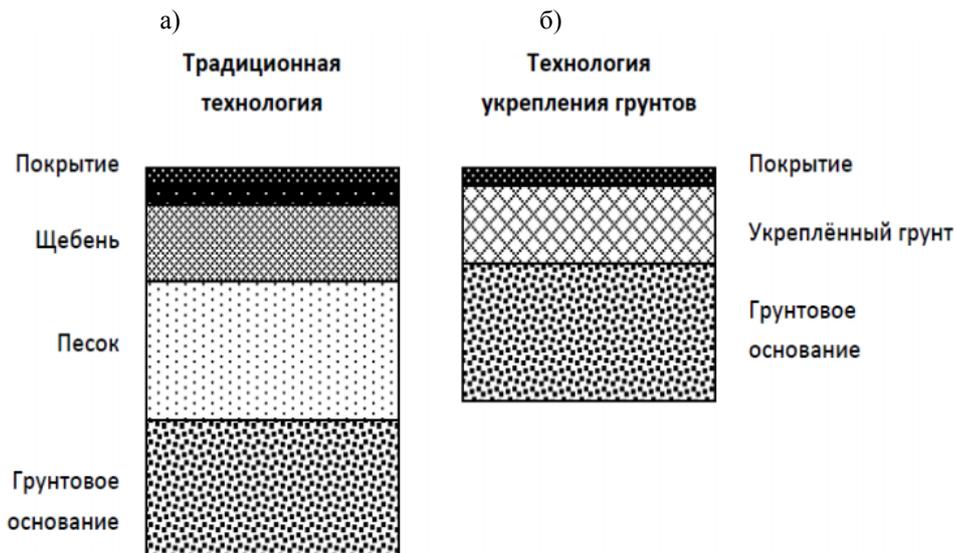


Рисунок 1 – Конструкция дорожной одежды: а) традиционная технология; б) технология укрепления грунтов

Специальные минеральные добавки, используемые при технологии стабилизации, сокращают общую толщину конструкции дорожной одежды. В зависимости от категории дороги слой основания при этом будет порядка 10-40 см. Слой грунта, укрепленный цементом и добавками, снижает давление шин на грунтовое основание и увеличивает зону распределения нагрузки от колес, что приводит к снижению толщины слоя основания, см. рис.2.

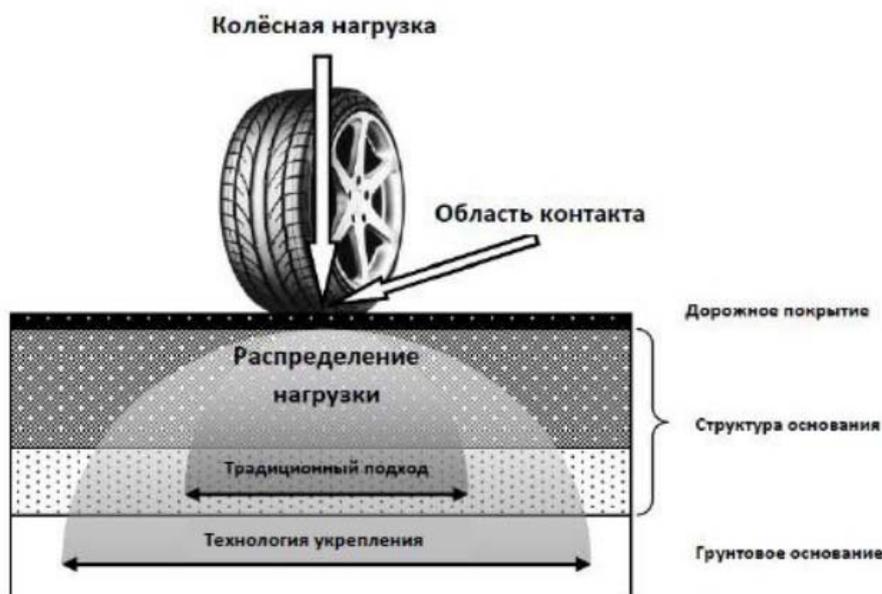


Рисунок 2 – Схема распределения нагрузки на конструктивные слои дорожной одежды

Помимо этого, снижается расход асфальтобетона, используемого для устройства покрытия. Для слоя основания из укрепленного грунта достаточно устройство асфальтового покрытия толщиной 4-5 см. Возможно устройство покрытий из более недорогих материалов на дорогах низших категорий. В случае устройства временной технологической дороги возможно использовать укрепленные грунты в качестве покрытия [7-10].

Процесс строительства с применением технологии укрепления грунтов позволяет построить основание дорожной одежды по существующему грунту, перемешать с цементом и специальными добавками, увлажнив его (при необходимости) до оптимальной влажности, затем полученную смесь следует спрофилировать и уплотнить слой до требуемой плотности (рис.3).



Рисунок 3 – Технологическая схема укрепления грунтов

Технология укрепления в дорожном строительстве применима не только при работе с грунтами при устройстве основания, но и в ремонте существующих дорог, построенных по традиционной технологии (технология холодной регенерации) [3]. Обычно используется следующая технология при капитальном ремонте дорожного покрытия: существующий дефектный слой асфальта фрезеруется с последующим вывозом полученной асфальтной крошки и устройством новых слоев асфальтобетона. Данная технология ремонта во всех регионах страны очень популярна, хотя является очень затратной. Таким образом, стоимость капитального ремонта уже сравнима со стоимостью строительства новых дорог. Дефекты на асфальте (колеи, ямы, трещины) являются лишь следствием деформаций и разрушения именно дорожного основания. Так как, данная технология не укрепляет дорожное основание, то представляет собой лишь временное средство решения проблемы [1,2].

Полученную из существующего асфальтового покрытия асфальтную крошку при технологии холодной регенерации возможно использовать в качестве основного строительного материала. Таким образом, можно выделить основные преимущества применения технологий холодной регенерации и укрепления грунтов:

1. Сокращение затрат на строительство новых и восстановление старых дорог от 20% до 70%;
2. Отсутствие ограничений в выборе основного строительного материала;
3. Сокращение затрат на обслуживание дороги;
4. Строительство прочных износостойких дорог;
5. Увеличение гарантийного срока эксплуатации дороги;
6. Экологичность.

Применение технологий укрепления грунтов и холодной регенерации позволяет строить более прочное, гибкое и водонепроницаемое основание с высокими показателями предела прочности на сжатие, разрыв и изгиб. Из любого местного грунта мы получаем микроармированную, эластичную, износостойкую плиту в качестве дорожного основания.

Список использованных источников

1. Зубков, А.Ф. Технология устройства покрытий нежесткого типа из асфальтобетонных горячих смесей / А. Ф. Зубков, К. А. Андрианов, Т. И. Любимова ; М-во образования и науки Российской Федерации, Федеральное гос. бюджетное образовательное учреждение высш. проф. образования «Тамбовский гос. технический ун-т». Тамбов, 2011.
2. Зубков, А.Ф. Расчет температурных режимов укладки горячей асфальтобетонной смеси в дорожное покрытие при проведении «ямочного» ремонта / А.Ф. Зубков, К.А. Андрианов, А.М. Макаров, А.С. Егоров // Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ RU 2016611954, 15.02.2016. Заявка № 2015662588 от 21.12.2015.
3. Методические рекомендации по восстановлению асфальтобетонных покрытий и оснований автомобильных дорог способами холодной регенерации: ОДМД/Минтранс России, Гос. служба дор. хоз-ва (Росавтодор). - М.: ГП «Информавтодор», 2002. - 56 с.
4. Методические рекомендации по проектированию дорожных одежд с основаниями из материалов, укрепленных неорганическими вяжущими / Гос. всеоюз. дор. НИИ
5. Методические рекомендации по совершенствованию технологии устройства оснований из каменных материалов, укрепленных неорганическими вяжущими / М-во трансп. стр-ва СССР. Гос. всеоюз. дор. науч.-исслед. ин-т «Союздорнии».
6. Плева, А. Влияние модифицированных добавок на свойства битумов, предназначенных для приготовления асфальтобетонных смесей / А. Плева, А.Ф. Зубков, К.А. Андрианов // В сборнике: Устойчивое развитие региона: архитектура, строительство и транспорт Материалы 3-й международной научно-практической конференции института архитектуры, строительства и транспорта Тамбовского государственного технического университета. 2016. С. 176-180.
7. Пособие по строительству покрытий и оснований автомобильных дорог и аэродромов из грунтов, укрепленных вяжущими материалами (к СНиП 3.06.03-85 и СНиП 3.06.06-88) / Минтранс СССР, Союздорнии. - М., 1990. - 203 с.
8. СП 34.13330.2012. Свод правил. Автомобильные дороги. Актуализированная редакция СНиП 2.05.02-85*/ ЗАО «СоюздорНИИ». - М., 2012. - 99 с.
9. СП 78.13330.2012 Автомобильные дороги. Актуализированная редакция СНиП 3.06.03-85. – Введен 2013-07-01 // Кодекс. Право / ЗАО «Информационная компания «Кодекс». – СПб., 2014.
10. Чиркина, Е.А. Классификация стабилизирующих добавок, применяемых при строительстве и усилении конструкции дорожной одежды, грунтов земляного полотна в условиях городской застройки / Е.А. Чиркина, К.А. Андрианов // Актуальные проблемы городского строительства сборник трудов всероссийской научно-технической конференции, Пенза: ПГУАС, 2020. – С. 109 – 112.

УДК 625.7

73.31.11: Автомобильные дороги

АНАЛИЗ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ СИСТЕМЫ ОТВОДА ПОВЕРХНОСТНЫХ СТОЧНЫХ ВОД В Г. ТАМБОВЕ

Миронов Д.А.,

*ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», магистрант,
e-mail: dannilon@mail.ru*

Соломатин Е.О.,

*ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет» канд. тех. наук, доц.
кафедры «Городское строительство и автомобильные дороги»,
e-mail: gsiad@mail.tambov.ru*

Умняков А.М.,

*ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», студент,
e-mail: andr-umnyak@yandex.ru*

Участникам дорожного движения часто приходится сталкиваться с проблемой застоя дождевых и талых вод на проезжей части и прилегающей к ней территории городской застройки. Причиной такого

негативного явления может быть функционирование не в полном объеме или полное отсутствие систем отведения поверхностных сточных вод. Особую актуальность данная проблема приобретает в осенний и весенний периоды.

Застой поверхностных сточных вод на проезжей части является источником возникновения явления аквапланирования, то есть полной или частичной потери контакта колеса автомобиля с покрытием дороги. Также чрезмерное скопление воды на верхнем слое дорожной одежды является одним из основных факторов преждевременного износа покрытия и образования дефектов в виде выбоин и трещин. Все это отрицательно сказывается на обеспечении безопасности движения.

Безусловно, в данной ситуации не меньше страдают и пешеходы, которые вынуждены в обход луж и грязи на тротуарах выходить на проезжую часть в местах, не предназначенных для переходов, что также, существенным образом снижает уровень безопасности дорожного движения.

С целью исключения подобных негативных явлений необходимо предусматривать системы отвода поверхностных сточных вод. Водоотведение в городских условиях может осуществляться несколькими способами: открытым - через водосточные лотки и каналы, закрытым - по подземным трубопроводам ливневой канализации или комбинированным – при использовании открытой и закрытой системы совместно.

В общей сложности по территории г. Тамбова [2, 3] проходит около 51 км сетей ливневой канализации закрытого типа, а также более 23 км открытых водостоков. Следует отметить, что на балансе организации, занимающейся содержанием уличной дорожной сети г. Тамбова, числится около 47 км сетей с общим числом смотровых и дождеприемных колодцев, а также выпусков в водные объекты более 1500 штук. Водоотводные каналы и лотки преимущественно располагаются в частном секторе города (около 90%). Также на городской территории функционирует более 10 км промышленных линий ливневой канализации, в данный момент уже ликвидированных предприятий, около 10 км не переданных в эксплуатацию и бесхозных объектов. Общая протяжённость действующих промышленных ливневых сетей канализации не известна, так как схемы сетей, как и сами предприятия, находятся в частной собственности или собственности министерства обороны.

Площадь земель муниципального образования город Тамбов составляет более 9000 га. Протяжённость автомобильных дорог города - около 400 км. При этом фактическое обеспечение городских улиц ливневой канализацией составляет менее 12%, а существующая сеть трубопроводов практически не развита. Также стоит отметить, что большая часть (около 60%) ливневых коллекторов эксплуатируется с неудовлетворительным качеством и зачастую заилена, что не позволяет их использовать на проектных мощностях. В качестве примера на рисунке 1 представлен коллектор ливневой канализации, расположенный в районе Комсомольской площади г. Тамбова. Многие участки требуют проведения работ по капитальному ремонту и реконструкции, так как основные несущие конструкции имеют большой физический износ (например коллектор по ул. Базарной, введенный в эксплуатацию в конце 40-х годов прошлого века). Отдельные элементы системы ливневой канализации города (смотровые колодцы, дождеприёмники, лотки) утеряны в ходе проведения ремонтных работ улично-дорожной сети.

Следует учесть, что нормативный документ, регламентирующий условия эксплуатации системы городской ливневой канализации в муниципалитете отсутствует. Содержание осуществляется в рамках Решения Тамбовской городской Думы от 29.06.2011 №335[7], а текущий ремонт в соответствии с нормами [6, 9]. В связи с отсутствием положения о порядке подключения к городской системе ливневой канализации, повсеместно происходят несанкционированные врезки, которые наносят невосполнимый ущерб трубопроводам, так как большинство врезок выполняются с нарушением нормативных требований [9], частичным разрушением труб канализации без обустройства водобойников и отстойников.

В целом проблема отведения поверхностных сточных вод для нашего города заключается в следующем [1, 4]:

- физико-географическое расположения города в котловине слияния со старицей реки Цны речки Студенец на топких, болотистых берегах речной поймы;
- неразвитость и в большинстве случаев полное отсутствие системы ливневой канализации;
- засыпка, загрязнение, заиливание и застройка водоотводных канав и лотков, расположенных в районах частной застройки (см. рисунок 2).



Рисунок 1 – Заиливание ливневого коллектора, расположенного по Комсомольской площади.

Для решения данных проблем необходимо провести следующие мероприятия [1, 5, 8]:

1. Создать специализированное городское предприятие, занимающееся вопросами эксплуатации систем ливневой канализации и открытых водостоков, предусмотрев финансирование его деятельности специальной статьёй бюджета. Подчинить в оперативном отношении этому предприятию все локальные водоотводные системы всех хозяйствующих субъектов города независимо от формы собственности с правом контроля по соблюдению норм и правил эксплуатации.

2. Провести инвентаризацию сетей ливневой канализации с целью получения достоверной информации о них.

3. Провести обследование всех объектов строительства (производственных, жилищных, социально-культурных и инфраструктурных) на предмет отсутствия препятствий для прохождения поверхностного водостока, а также и приповерхностных грунтовых вод.

4. На законодательном уровне ввести запрет на уничтожение водоотводных канав и лотков, а также обязать собственников земельных участков эксплуатировать существующие открытые системы водоотведения, проходящие по их земельным участкам.

5. Разработать и реализовать общегородскую программу восстановления и нового строительства искусственных водоотводных систем – ливневой канализации и открытых водостоков.



Рисунок 2 – Подтопление территории в месте прохождения водоотводной канавы по ул. Железнодорожной г. Тамбова, в результате ее засыпки.

Список использованных источников

1. Белов, С.В. Проблема водоотведения грунтовых и поверхностных вод / С.В. Белов, А.В. Воротилин, К.А. Андрианов // Современная наука: теория, методология, практика. Материалы 1-ой Всероссийской (национальной) научно-практической конференции. – Тамбов. 2019. С. 182-188.
2. Белов, С.В. Тамбов – город на Цне. Особенности формирования и развития территории в условиях котловины на старице реки Цны / С.В. Белов, В.И. Торговченков, Ю.И. Попов, А.Г. Юрин; МБУ «Спецдорсервис»; 2-е изд., испр. и доп. – Тамбов; М.; СПб.; Баку; Вена; Гамбург; Стокгольм; Буаке; Варна: изд-во МИНЦ «Нобелистика», 2019. – 248 с.
3. Белов, С.В. Тамбов – город на Цне. Проблемы водоотведения в истории формирования и развития городской территории / С.В. Белов, Ю.И. Попов, А.Г. Юрин; МБУ «Спецдорсервис». – Тамбов; М.; СПб.; Баку; Вена; Гамбург; Стокгольм: изд-во МИНЦ «Нобелистика», 2017. – 188 с.
4. Белов, С.В. Текущее состояние работ по ремонту и содержанию улично-дорожной сети г. Тамбова / С.В. Белов, А.В. Воротилин, К.А. Андрианов // Устойчивое развитие региона: архитектура, строительство, транспорт: Материалы 6-й международной научно-практической конференции Института архитектуры, строительства и транспорта / ФГБОУ ВО "Тамбовский государственный технический университет". – Тамбов: Изд-во Першина Р.В., 2019. - С. 415-417.
5. Крайний, В.А. Предложения по развитию улично-дорожной сети г. Тамбова в условиях роста автомобилизации / И.А. Крайний, В.А. Пакин, К.А. Андрианов // Актуальные проблемы городского строительства. Сборник трудов Всероссийской научно-технической конференции. - Пенза. 2019. С. 143-146.
6. Национальный стандарт ГОСТ Р 50597-2017 «Дороги автомобильные и улицы. Требования к эксплуатационному состоянию, допустимому по условиям обеспечения безопасности дорожного движения. Методы контроля» (утв. Приказом Росстандарта от 26.09.2017 N 1245-ст)
7. Решение Тамбовской городской Думы от 29.06.2011 №335 «О порядке содержания и ремонта автомобильных дорог местного значения городского округа - город Тамбов».
9. Сальников, С.А. Основные направления развития улично-дорожной сети г. Тамбова / С.А. Сальников, К.А. Андрианов, Ю.А. Зарапин // Устойчивое развитие региона: архитектура, строительство, транспорт. Материалы 4-й Международной научно-практической конференции института архитектуры, строительства и транспорта Тамбовского государственного технического университета. – Тамбов. 2017. С. 339-344.
10. СП 32.13330.2012. Канализация. Наружные сети и сооружения. Актуализированная редакция СНиП 2.04.03-85*.

УДК 625.7

73.31.11: Автомобильные дороги

ИССЛЕДОВАНИЕ ИНТЕНСИВНОСТИ ДВИЖЕНИЯ ТРАНСПОРТНЫХ ПОТОКОВ В Г.РОССОШЬ

Макаров А.М.,

ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет» канд. тех. наук, доц., кафедры «Городское строительство и автомобильные дороги», gsiad@mail.tambov.ru

Сыщикова М.Р.,

ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», магистрант, flimonovamaria@mail.ru

Город Россошь пропускает через свою улично-дорожную сеть транспортные потоки региональных дорог, идущих от таких городов как Воронеж, Луганск, Белгород, Павловск, Богучар, а также проходит транспортное сообщение с близлежащими селами и поселками как п. Ольховатка, с. Старая Калитва, с. Новая Калитва, с. Подгорное, п. Начало, п. г. т. Подгоренский, х. Херсонский, х. Молодежный (см. рисунок 1) [8].

Транспортные потоки проходят через город Россошь по узким улицам с исторической жилой застройкой и мостовым переходам, имеющим ограниченную пропускную способность, при этом часть улиц не имеет асфальтового покрытия. На многих участках дорожной сети происходит совмещение интенсивных потоков как городского, так и внешнего транзитного пассажирского и грузового автотранспорта. В результате условия движения транспорта и пешеходов, и в первую очередь в центральной его части, постоянно усложняются. В связи с этим увеличивается число дорожно-транспортных

происшествий, возрастают потери времени и снижается пропускная способность. Это приводит к значительному повышению уровня загрузки дорог движением, которое особенно наблюдается на пересечениях городских улиц и дорог в одном уровне [1,3,9].

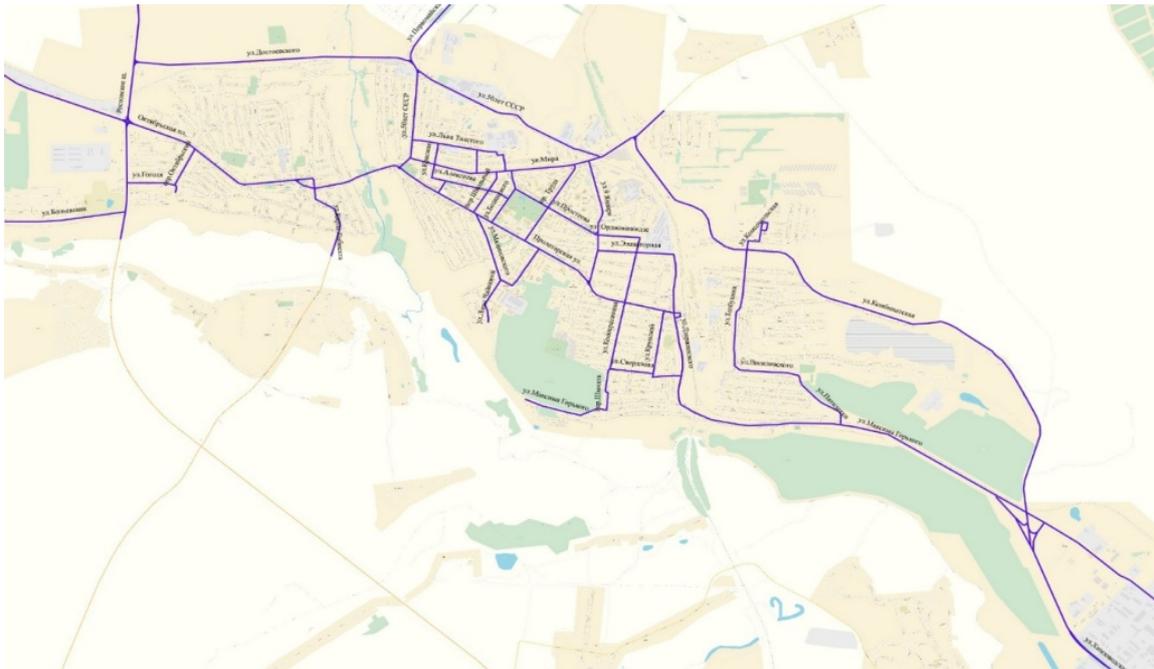


Рисунок 1 – Улично-дорожная сеть города Россошь.

Поэтому для сбора информации о состоянии дорожного движения в первую очередь необходимы данные, характеризующие транспортный поток, в частности интенсивность движения и состав транспортных потоков. Полученная информация может быть использована при назначении мероприятий для снижения уровня загрузки автомобильных дорог, а также для повышения качества условий движения транспорта.

Обследование интенсивности движения и состава транспортных потоков является одним из основных источников данных о транспортной ситуации на территории анализируемого муниципального образования. Задачей данного обследования является получение актуальной информации об интенсивности и составе транспортных потоков и о существующем состоянии сети (данных о дорожном полотне, его размерах, дорожных знаках, разрешенных направлениях движения, светофорных объектах и других элементах улично-дорожной сети), выявление наиболее загруженных участков улично-дорожной сети (УДС), определение соотношения количества автомобилей по видам транспорта, выявление пикового периода загрузки УДС.

Для проведения транспортных обследований предварительно проводится районирование территории муниципального образования, заключающееся в разделении её на условные (транспортные) районы, отличающиеся спросом на передвижения. В качестве границ районов принимаются естественные и искусственные рубежи, затрудняющие связи между транспортными районами. Такое районирование позволяет определить ключевые точки, необходимые для проведения обследования интенсивности дорожного движения и состава транспортных потоков для последующего анализа транспортной ситуации на обследуемой территории.

Определение точек проводится на транспортных узлах, на которых характер изменения дорожного движения качественно отражает динамику транспортного потока на улично-дорожной сети. В перечень обследования включаются пересечения, через которые проходят транзитные потоки, перекрестки с постоянными нагрузками.

Проведение вышеуказанных мероприятий даёт возможность приступить к обследованию интенсивности и состава транспортных потоков.

В рамках разработки комплексной схемы организации дорожного движения городского поселения город Россошь было выполнено исследование интенсивности движения на основных перекрестках (см. рисунок 2).



Рисунок 2 – Основные перекрестки улично-дорожной сети города Россось.

На рассматриваемых перекрестках была измерена фактическая интенсивность движения с учётом состава транспортного потока и вычислены приведенная интенсивность и уровень загрузки [5-7]. Измерение проводилось с использованием видеокамеры, установленной на штативе. Время съемки потока пиковой транспортной нагрузки выбрано в интервале от 7 часов 00 минут до 9 часов 30 минут, что соответствует утреннему «часу пик» и с 16 часов 30 минут до 19 часов 00 минут – вечерний «час пик». Период, в течение которого проводилась съемка перекрестка, составляла 15 минут. За это время гарантированно происходили смена нескольких циклов светофорных объектов, и усредняются все данные по интенсивности движения транспорта на существующих маршрутах [2,4].

Приведение расчётной интенсивности движения автомобилей каждого типа к эквивалентному количеству легковых автомобилей выполняют по формуле [4]:

$$N_p = N_1 \cdot k_1 + N_2 \cdot k_2 + N_3 \cdot k_3 + \dots + N_n \cdot k_n, \text{ авт/ч,}$$

где $N_1 \dots N_n$ – интенсивность движения отдельных типов автомобилей, полученная путём визуальных наблюдений;

$k_1 \dots k_n$ – коэффициенты приведения отдельных типов транспортных средств к легковому автомобилю.

Полученные данные интенсивности движения на исследуемых перекрестках были оформлены в виде таблиц. В качестве примера ниже приведены данные по обследуемому перекрестку ул. Пролетарская–ул. 50 лет СССР – ул. Февральская (см. рисунок 3).

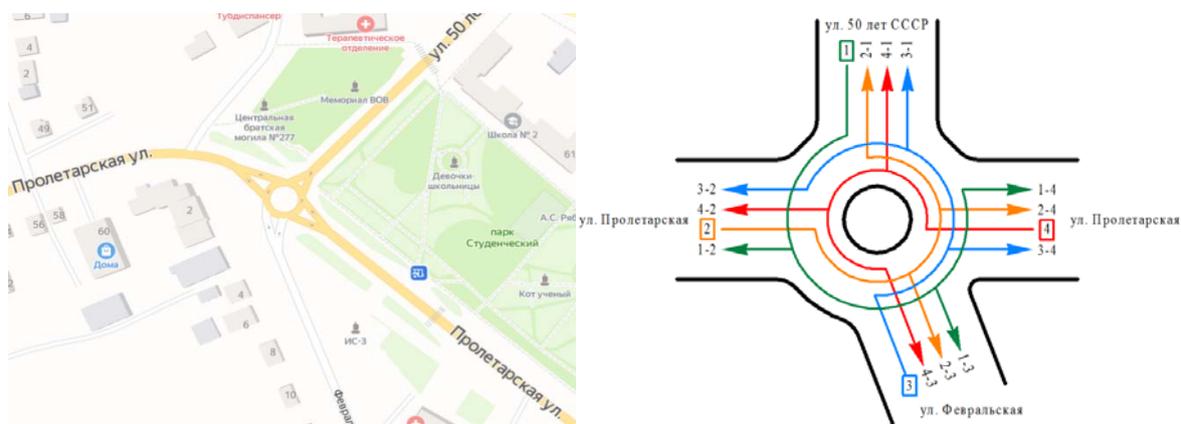


Рисунок 3 – Схемы перекрестка ул. Пролетарская–ул. 50 лет СССР – ул. Февральская.

Интенсивность движения автомобильного транспорта на перекрестке

Направление	Типы транспортных средств													Итого	Приведенная интенсивность, ТС/час		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13		По направлениям	Исходящий поток	Входящий поток
1-2	321	4	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	330	340	409	382
1-3	11	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14	16		
1-4	45	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	49	53		
2-1	270	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	280	290	863	841
2-3	22	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	34	40		
2-4	510	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	520	533		
3-1	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	9	43	65
3-2	18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	18	18		
3-4	16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16	16		
4-1	83	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	83	83	575	602
4-2	453	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	466	483		
4-3	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	9		

Примечание:
1 - легковые автомобили, небольшие грузовики (фургоны) и другие автомобили с прицепом и без него;
2 - двухосные грузовые автомобили;
3 - трехосные грузовые автомобили;
4 - четырехосные грузовые автомобили;
5 - четырехосные автопоезда (двухосный грузовой автомобиль с прицепом);
6 - пятиосные автопоезда (трехосный грузовой автомобиль с прицепом);
7 - трехосные седельные автопоезда (двухосный седельный тягач с полуприцепом);
8 - четырехосные седельные автопоезда (двухосный седельный тягач с полуприцепом);
9 - пятиосные седельные автопоезда (двухосный седельный тягач с полуприцепом);
10 - пятиосные седельные автопоезда (трехосный седельный тягач с полуприцепом);
11 - шестиосные седельные автопоезда;
12 - автомобили с семью и более осями и другие;
13 - автобусы.

В результате проведенных исследований и выполненных расчетов было установлено следующее:
- некоторые участки улично-дорожной сети не обеспечивают необходимой пропускной способности, безопасного и быстрого передвижения автотранспорта и пешеходов из-за узких проезжих частей и недостаточного благоустройства улиц тротуарами и велодорожками;
- на многих участках дорожной сети происходит совмещение интенсивных потоков как городского, так и внешнего транзитного пассажирского и грузового автотранспорта. Следует отметить плохую организацию парковочного пространства.

Список использованных источников

1. Андрианов, К.А. Изменения транспортных ситуаций в средних по численности городах России и оценка их воздействий на окружающую среду (на примере г. Тамбова) / К.А. Андрианов, И.В. Матвеева, В.И. Леденев // Инновационные материалы, технологии и оборудование для строительства современных транспортных сооружений: сб. докладов Междунар. науч.-практ. конф. - Белгород: Изд-во БГТУ, 2013. - Т. II. - С. 7 - 11.
2. Деева, М.В. Исследование уровня загрузки транспортных пересечений на магистральных улицах г. Тамбова / М.В. Деева, Т.В. Саяпина, К.А. Андрианов // Актуальные проблемы городского строительства: сб. трудов Междунар. науч.-техн. конф. - Пенза: ПГУАС, 2013. - С. 110 - 115.
3. Лобанов, Е.М. Транспортная планировка городов: Учебник для студентов вузов. - М.: Транспорт, 1990. - 240.
4. Муравьев М.А. Анализ неравномерности движения транспортных средств в течение суток на примере ул. Мичуринской в г. Тамбове/М.А. Муравьев, И.В. Сапрыкин, К.А. Андрианов// Устойчивое

- развитие региона: архитектура, строительство, транспорт: материалы 4-й междунар. науч.-практ. конф. Института архитектуры, строительства и транспорта/ФГБОУ ВПО "ТГТУ". - Тамбов: Изд-во Першина Р.В., 2017. - С. 315-319.
5. ОДМ 218.2.020-2012. Методические рекомендации, по оценке пропускной способности автомобильных дорог.
 6. СП 34.13330.2012 Автомобильные дороги. Актуализированная редакция СНиП 2.05.02-85* (с Изменениями N 1, 2). – М.: Госстрой России, 2013.
 7. СП 396.1325800.2018 Улицы и дороги населенных пунктов. Правила градостроительного проектирования. - М.: Стандартинформ, 2019.
 8. Филимонова, М.Р. Исследование улично-дорожной сети г. Россошь Воронежской области / М.Р. Филимонова, А.М. Макаров // Актуальные проблемы городского строительства: сб. трудов Междунар. науч.-техн. конф. - Пенза: ПГУАС, 2019. - С. 135-137.
 9. Филимонова, М.Р. Выбор методов исследования дорожного движения г. Россошь Воронежской области / М.Р. Филимонова, А.М. Макаров // Актуальные проблемы городского строительства: сб. трудов Междунар. науч.-техн. конф. - Пенза: ПГУАС, 2019. – С. 138-142.

УДК: 629.018

55.43.81: Испытания наземных безрельсовых транспортных средств и их узлов

ПРИБОР ДЛЯ УДАРНЫХ ИСПЫТАНИЙ ЛАКОКРАСОЧНЫХ ПОКРЫТИЙ

Хольшев Н.В.,

*ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет»,
кандидат технических наук кафедры «Техника и технологии автомобильного транспорта»
e-mail: xhb@live.ru*

Висков Н.В.,

*ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», магистрант
e-mail: viskovnn@gmail.com*

Лакокрасочные покрытия (ЛКП) служат не только для придания транспортному средству высоких эстетических характеристик, но и служат для защиты деталей автомобиля (и прежде всего кузова) от коррозии. Улучшение эксплуатационных показателей ЛКП и их долговечности является одной из актуальных задач. Применение более совершенных ЛКП и технологий их нанесения позволит применяющим их предприятиям привлечь дополнительных клиентов и получить больше прибыли [1]. Одной из главных характеристик, определяющих гарантированную долговечность защитно-декоративного покрытия автомобиля на протяжении всего срока его эксплуатации, а также антикоррозионную защиту, является прочность покрытий при ударе. Все лакокрасочные покрытия за период срока эксплуатации изделия, включая процесс от транспортировки до монтажа, и заканчивая эксплуатацией в различных климатических условиях окружающей среды, испытывают динамические и статические нагрузки, в том числе удар, изгиб и вибрацию [2]. Прочностные характеристики лакокрасочных покрытий оцениваются при помощи уровня прочности покрытия при ударе свободно падающим грузом в соответствии с международными стандартами ISO 6272, ASTM D 2794 и российскими ГОСТ 4765-73, ГОСТ 33496-2015. Сопrotивление разрушению ЛКП по данному методу оценивают по глубине отпечатка, размеру и площади зоны повреждения, зависимости контактной силы и энергии от времени и перемещения [3,4].

В процессе выполнения магистерской диссертационной работы на кафедре «Техника и технологии автомобильного транспорта» возникла необходимость оценки прочностных свойств лакокрасочных покрытий и сравнения их характеристик. В силу финансовой ограниченности и поискового характера выполняемых исследований, которые не требуют высокой точности оборудования, было принято решение производить данные исследования на лабораторной установке собственного изготовления. Для этого был произведен предварительный анализ конструкций и технических характеристик существующих приборов, использующих данный метод.

Для данного метода используются приборы типа У-1, У-2 и У-2М (копер) (рисунок 1). Они состоят из станины 1, на которой жестко закреплена наковальня 12, стоек 2 с закрепленной на них траверсой 11, направляющей трубы 3 со свободно падающим грузом 9 и бойка 10 с шариком [4].

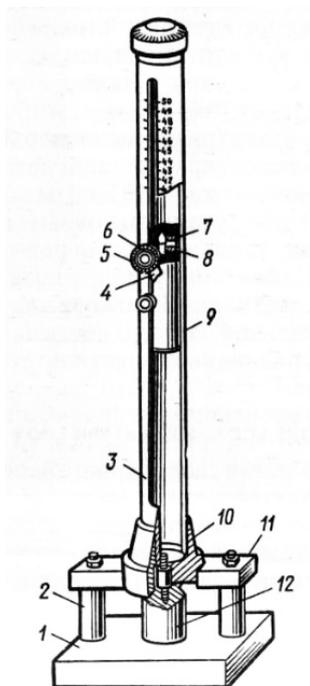


Рисунок 1 - Прибор типа У-1

Технические характеристики данных приборов приведены в таблице 1.

Таблица 1

Технические характеристики приборов типов У - 1, У -2, У -2М.

Наименование параметра	У-1	У-2	У-2М	Удар-Тестер МП
Масса груза, г		1000±1	500,0±0,5; 1000,0±1,0; 1500,0±1,0	(1000...3000)±1
Длина шкалы, см		50,0±0,1	100,0±0,1	100,0±0,1
Цена деления шкалы, см		1,00±0,02	1,00±0,02	0,01±0,05
Диаметр рабочей части наковальни, мм	30,0	35,0		-
Глубина погружения бойка в отверстие наковальни под нагрузкой, мм	2,0			2,0 ... 10,0
Диаметр шарика бойка, мм	8	15,0	8,0; 14,1	8,0; 16; 20,0
Диаметр отверстия наковальни, мм	15,0	28,0	15,0; 28,0	15,0; 27,0

В настоящее время серийным производством приборов для контроля качества лакокрасочных покрытий в России занимается фирма «Градиент-Техно». Главным требованием ISO 6272 является наличие в составе прибора механизма прижима и фиксации образца с покрытием при проведении испытания. Отсутствие механизма фиксации образца с покрытием приводит к деформации (прогибу) панели с покрытием, смещению панели с покрытием на матрице, деформации отпечатка сферического наконечника ударника и его смещению вдоль образца, а главное к искажению результатов испытания. Копер данной фирмы представлен на рисунке 2 [5,6].

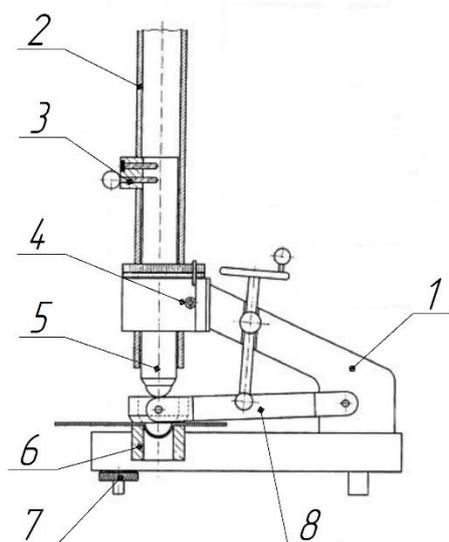


Рисунок 2 - Измеритель прочности покрытий при ударе ИПУ/ Удар-Тестер:

1 - рама; 2 - направляющая труба; 3 - регулятор глубины погружения бойка в матрицу; 4 - регулятор наклона направляющей трубы; 5 - боек с шариком; 6 - матрица; 7 - регулируемые ножки; 8 - механизм прижатия образца.

В данном приборе учтены все конструктивные требования международного стандарта ISO 6272. Прибор позволяет изменять наклон направляющей трубы, жестко фиксировать образец на матрице, бесступенчато регулировать глубину проникновения бойка в матрицу. Однако стоимость данного устройства не менее 50 тысяч рублей, что исключает возможность его применения в нашем случае [5,6].

На основе выполненного обзора и с учетом задач исследования, а также финансовых и технологических возможностей был лабораторный прибор типа У-2М с полусферическим наконечником ударника в направляющей цилиндрической трубе для испытания прочностных характеристик ЛКП (рисунок 3).

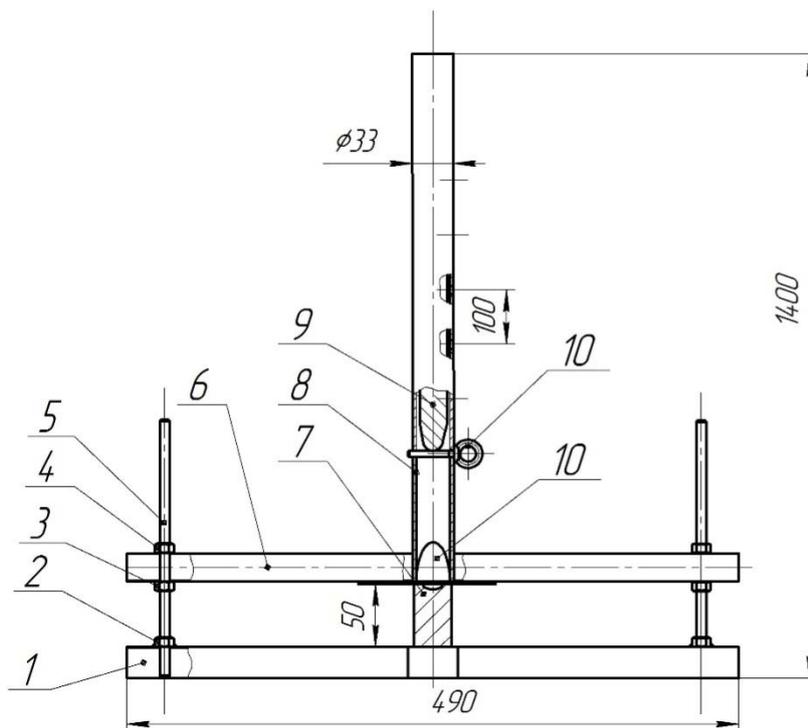


Рисунок 3 - Схема лабораторного прибора для испытания прочностных характеристик ЛКП

Прибор состоит из жесткого крестообразного основания 1 сделанного из профильной трубы 40×25 и приваренной к ней наковальни 7 с диаметр рабочей части 30 мм. В наковальне выполнено углубление диаметром 15 мм и глубиной 2 мм. Направляющая труба 8 соединена с профилем 6 свар-

кой и образует верхнюю часть. В ней сделано 10 отверстий диаметром 6 мм и с шагом 100 мм. Верхняя часть может перемещаться по шпилькам 5 и с помощью гаек 3 и 4, фиксируется сама и прижимает испытываемый образец к наковальне. Ударник 9 (рисунок 4) с полусферическим наконечником диаметром 8 мм выполнен из стального круга диаметром 22 мм и на другом его конце закреплен трос, который служит для подъема груза на заданную высоту. Ударник фиксируется на нужной высоте с помощью фиксатора 10. Для оценки повреждений испытываемого материала в направляющей трубе 8 выполнено два окна 12.

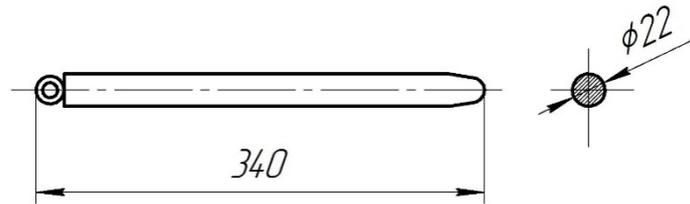


Рисунок 4 - Ударник с полусферическим наконечником

Исследование проводится в следующем порядке. Испытуемая пластина помещается на наковальню ЛКП вверх и плотно прижимается верхней частью, чтобы исключить сдвиг. Так как значение прочности покрытия при ударе не известно, груз поднимается сначала на высоту 10 см и фиксируется. Потом вынимается стопорный винт, и груз падает под собственным весом на испытываемый объект. После удара производится осмотр покрытия для выявления трещин, отслаиваний и деформаций в месте удара. Если повреждений нет, то высота падения увеличивается на 10 см и так до тех пор, пока не будут получены повреждения покрытия. Все результаты испытаний и внешний вид покрытий фиксируются в журнале испытаний и на фото камеру. Прочность покрытия при ударе свободно падающим грузом оценивается числовым значением максимальной высоты в метрах с которой груз массой 1 кг не наносит механических повреждений испытываемому ЛКП. Так же прочность пленки оценивается произведением величины веса груза на максимальную высоту в метрах.

В соответствии со схемой был изготовлен лабораторный образец прибора для испытания прочностных характеристик лакокрасочных покрытий, общий вид которого представлен на рисунке 5.

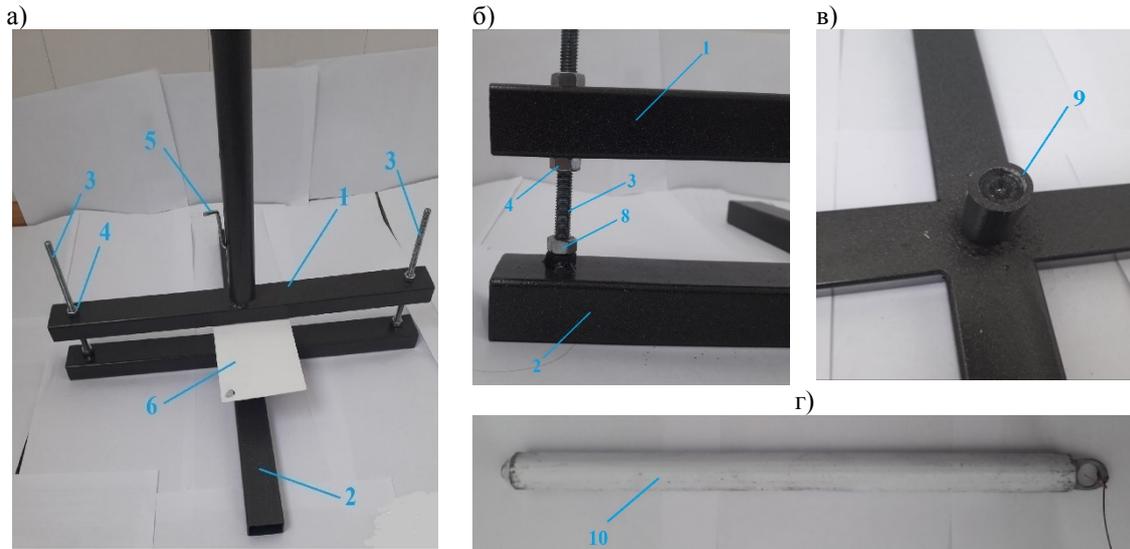


Рисунок 5 - Лабораторный образец прибора для испытания прочностных характеристик лакокрасочных покрытий:

а) общий вид; б) соединения частей прибора; в) наковальня; г) ударник;

1 - верхняя часть с направляющей трубой; 2 - нижняя часть; 3 - шпилька; 4 - регулирующая гайка; 5 - фиксатор; 6 - испытываемый образец; 7 - фиксирующая гайка; 8- гайка; 9 - наковальня; 10 - ударник.

На данном этапе исследований были обоснованы необходимые технические характеристики лабораторного образца прибора для испытания прочностных характеристик лакокрасочных покрытий, а также разработана его схема, по которой он и был изготовлен. Следующим этапом исследований является подготовка для испытаний образцов и нанесение на них рассматриваемых комбинаций лакокрасочных покрытий и проведение самих испытаний с анализом их результатов.

Список использованных источников

1. Глазков Ю.Е. Конкурентоспособность сервисного обслуживания автомобилей/Ю.Е. Глазков, А.В.Кириллов// Устойчивое развитие региона: архитектура, строительство, транспорт: материалы 4-й междунар. науч.- практ. конф. Института архитектуры, строительства и транспорта. Тамбов: Изд-во Першина Р.В., 2019. С. 431 - 433.
2. Глазков Ю.Е., Доровских Д.В. Проблемы ремонта рамных конструкций средств транспорта//Совершенствование системы подготовки дополнительного профессионального образования кадров агропромышленного комплекса. Материалы национальной научно-практической конференции. Рязань: РГАУ им. П.А. Костычева. 2017. С.62-67.
3. ГОСТ 33496-2015. Композиты полимерные. Метод испытания на сопротивление повреждению при ударе падающим грузом: межгосударственный стандарт: издание официальное: принят Межгосударственным советом по стандартизации, метрологии и сертификации (протокол от 29 сентября 2015 г. N 80-П): введен впервые: дата введения 2017-01-01/ разработан объединением юридических лиц «Союз производителей композитов» совместно с Федеральным государственным унитарным предприятием «Всероссийский научно-исследовательский институт авиационных материалов» (ФГУП «ВИАМ»). - Москва: Стандартинформ, 2015. - 21 с.
4. ГОСТ 4765-73. Материалы лакокрасочные. Метод определения прочности при ударе: государственный стандарт СОЮЗА ССР: утвержден и введен в действие постановлением Государственного комитета стандартов Совета Министров СССР от 27.08.73: введен взамен ГОСТ 4765-59: дата введения 1974-07-01/ разработан: Министерством химической промышленности. - Москва: Стандартинформ, 1974. - 6 с.
5. Измерение ударопрочности лакокрасочных покрытий. Приборы градиент-техно [Электронный ресурс]/ URL: http://www.gradient-techno.ru/netcat_files/102/47/LKM_gradient_09.pdf (дата обращения: 03.04.2020г.)
6. Измеритель прочности покрытий при ударе [Электронный ресурс]/ сайт торгового дома «Измерение». URL:<http://www.td-izmerenie.ru/lak/test/blow/ipu.html> (дата обращения 03.04.2020)

УДК 629.113

73.31.41: Техническая эксплуатация и ремонт средств автомобильного транспорта. Автосервис

МОНИТОРИНГ СОСТОЯНИЯ КАЧЕСТВА УСЛУГ ТЕХНИЧЕСКОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ И РЕМОНТА АВТОМОБИЛЕЙ

Доровских Д.В.,

ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», кандидат технических наук, доцент кафедры «Техника и технологии автомобильного транспорта», ул. Мичуринская, 112, корп. Д, г. Тамбов, Тамбовская область, 392032, Россия, e-mail: dima.dorovskikh@yandex.ru

Милованов А.В.,

ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой «Техника и технологии автомобильного транспорта», ул. Мичуринская, 112, корп. Д, г. Тамбов, Тамбовская область, 392032, Россия, e-mail: milovanov_a_v@mail.ru

Введение. Существующие предприятия автомобильного транспорта (ПАТ) не могут обеспечить автомобили качественными услугами технического обслуживания (ТО) и ремонта (Р). В первую очередь это связано с тем, что много элементов (подразделений, служб, отделов) системы производства услуги рассматриваются отдельно. Считается, если элементы системы функционируют эффективно, то и предприятие функционирует эффективно. В условиях избытка всех ресурсов такой подход может сработать, но в условиях дефицита будет снижаться производственный потенциал предприятия и его рентабельность.

Решение задачи. Система производства ТО и ремонта автомобиля является сложной системой, кибернетической [1]. Из чего следует, что эффективное функционирование технической службы ПАТ возможно и в том случае, когда отдельный ее элемент не работает. Или работает недостаточно эффективно, с точки зрения элемента как самостоятельной системы (изнутри). В первом случае, его можно свободно исключить из системы [2], во втором – нужно установить уровень эффективности достаточный для системы производства ПАТ.

Разработка эффективного производственного процесса предприятия и его совершенствование должно происходить на основе процессного подхода [2], то есть предусматривать создание из после-

довательности отдельных процессов (процесс изучения условий эксплуатации автомобилей, рынка сервисных услуг, рынка ресурсов, процесс определения условий использования и закупки ресурсов, процесс принятия транспортного средства на обслуживание или ремонт, процесс планирования работ, процесс подготовки производства технического обслуживания и ремонта и др.), так как сейчас оно есть, в общий процесс производства услуги [3,4].

Эффективность производственного процесса будет оцениваться соответствием его реальных показателей с заданными, а конкурентоспособность предприятия, в некоторой степени, соотношением и динамикой изменений показателей производственного процесса.

Практически на всех ПАТ существует проблема «проблемы». Под «проблемой» следует понимать ее конкретные характеристики (симптомы, место, задействованные элементы производства, последствия, ресурсы необходимые для решения проблемы и др.) Чаще всего на производстве знакомятся с «проблемой» выявляя ее последствия. Общеизвестно, что проблему легче и дешевле предупреждать, чем устранять ее последствия. Для выявления симптомов проблем необходимо проводить мониторинг основных составляющих производственного процесса, определив его критерии и показатели.

Общий производственный процесс можно представить совокупностью составляющих отдельных процессов, подлежащих мониторингу (рисунок 1).

Важной составляющей мониторинга качества и самой дорогостоящей, в результате все более технологического развития автомобильного транспорта, является оценка уровня и формирование направлений развития технико-технологического обеспечения ТО и ремонта автомобиля. То есть это система наблюдений за динамикой отклонений от научно-технических достижений технико-технологического уровня предприятия.



Рисунок 1 – Схема протекания производственного процесса ПАТ

Которая позволяет решить следующие основные задачи:

- получения объективной информации о ходе развития технологических процессов;
- оценка состояния технико-технологического обеспечения производства услуг, выявление причин низкого уровня, анализ информации с целью привлечения и внедрения современных научно-технических разработок;
- подготовка методических разработок, рекомендаций, положений, направленных на учет факторов негативного и позитивного влияния на развитие технико-технологического обеспечения производственного процесса.

Для реализации мониторинга необходимо иметь совокупность индикаторов – показателей технико-технологического состояния производственного процесса, то есть технологической базы ПАТ.

В соответствии с уровнем радикальности инновационных преобразований возможными являются такие направления развития технологической базы [5, 6]:

- изменение типа производства;
- внедрение новых технологий и технологических процессов;
- реинжиниринг технологических процессов;
- замена отдельного технологического процесса или его элементов;
- обновления и перепроектирование технологической оснастки.

Сущность мониторинга технико-технологического потенциала предприятия заключается в организации системы оперативного контроля и первичного анализа изменений в его развитии, оценке производственного потенциала, обеспечения формирования и хранения информации о текущих значениях показателей технико-технологической деятельности.

Получение статистически достоверной информации и составления краткосрочных и долгосрочных прогнозов, необходимо для качественного управления процессом технологического развития предприятия.

Мониторинг, как правило, базируется на научной методологии достижения эффективности, системном анализе, прогнозировании и информационных технологиях.

Основными элементами системы мониторинга технико-технологического состояния ПАТ являются:

- создание единого организационного центра мониторинга;
- учет и оценка всех технических и технологических мероприятий, проводимых на предприятии;
- выбор и обоснование постоянных показателей функционирования производственного процесса предприятия;
- выбор и обоснование временных показателей, изменяющихся в зависимости от выполняемой предприятием работы;
- формирование механизма и процедур непрерывной и дискретной регистрации показателей мониторинга;
- формирование постоянно действующих массивов информации, разработка методики их обработки и хранения;
- формирование процедуры использования имеющейся информации структурными подразделениями.

К основным принципам организации мониторинга технико-технологического состояния ПАТ можно отнести следующие:

- целеустремленность мониторинга – достижение высоких конечных результатов, в соответствии с главной целью предприятия, т.е. направленность на максимизацию прибыли;
- системность, комплексность мониторинга – мониторинг предприятия проводится в процессе функционирования его, как единого целого - системы и охвата всех структурных подразделений предприятия;
- высокий научный уровень – включение в план мероприятий, соответствующих современному уровню развития науки и техники, обеспечивающих резкое повышение эффективности производства;
- единство – между наблюдаемым объектом и системой мониторинга должно быть определенное единство;
- непрерывность – обязательное обеспечение стратегических и текущих планов предприятия, их взаимосвязь;
- принцип полноты информации – информация, получаемая при мониторинге, должна полно характеризовать технико-технологическое состояние производственного процесса предприятия;
- принцип экономичности, который заключается в оперативном получении необходимой и своевременной информации с минимальными материальными и трудовыми затратами;
- совместимость контроля – возможность использования существующей системы получения информации на предприятии для мониторинга состояния производственного процесса предприятия;
- принцип количественной и качественной оценки – получение количественных или качественных характеристик свойств, параметров и показателей технико-технологического состояния производственного процесса.

Мониторинг технологического потенциала автосервисного предприятия реализуется в качестве системы наблюдений за динамикой развития технологического процесса и преследует следующие цели функционирования системы мониторинга:

- получение достоверной и объективной информации о развитии технологических процессов на предприятии;
- оценка и системный анализ получаемой информации, выявление причин, обуславливающих характер протекания процессов технико-технологического развития;
- прогнозная оценка развития производственного процесса предприятия на кратко-, средне- и долгосрочную перспективу;
- повышение эффективности управления технологическим потенциалом предприятия.

В организационном плане система мониторинга производственного процесса ПАТ требует проведения на предприятии таких обязательных мероприятий:

- определение структурных подразделений и исполнителей, участвующих в проведении мониторинга;
- обучение и консультации исполнителей, ответственных за проведение мониторинга, методологии и методикам получения, оценки и анализа информации;
- проведение совещаний с руководителями подразделений по организации работ по обеспечению функционирования системы мониторинга;
- определение источников и технических средств получения исходной информации о производственном процессе;
- систематизация, обработка, анализ и интерпретация полученной информации;
- разработка стратегии устойчивого технико-технологического развития производственного процесса предприятия;
- внедрение тактических и стратегических решений технико-технологического развития производственного процесса.

Мониторинг состояния технико-технологического потенциала предприятия целесообразно осуществлять поэтапно (рисунок 2) [1, 5].

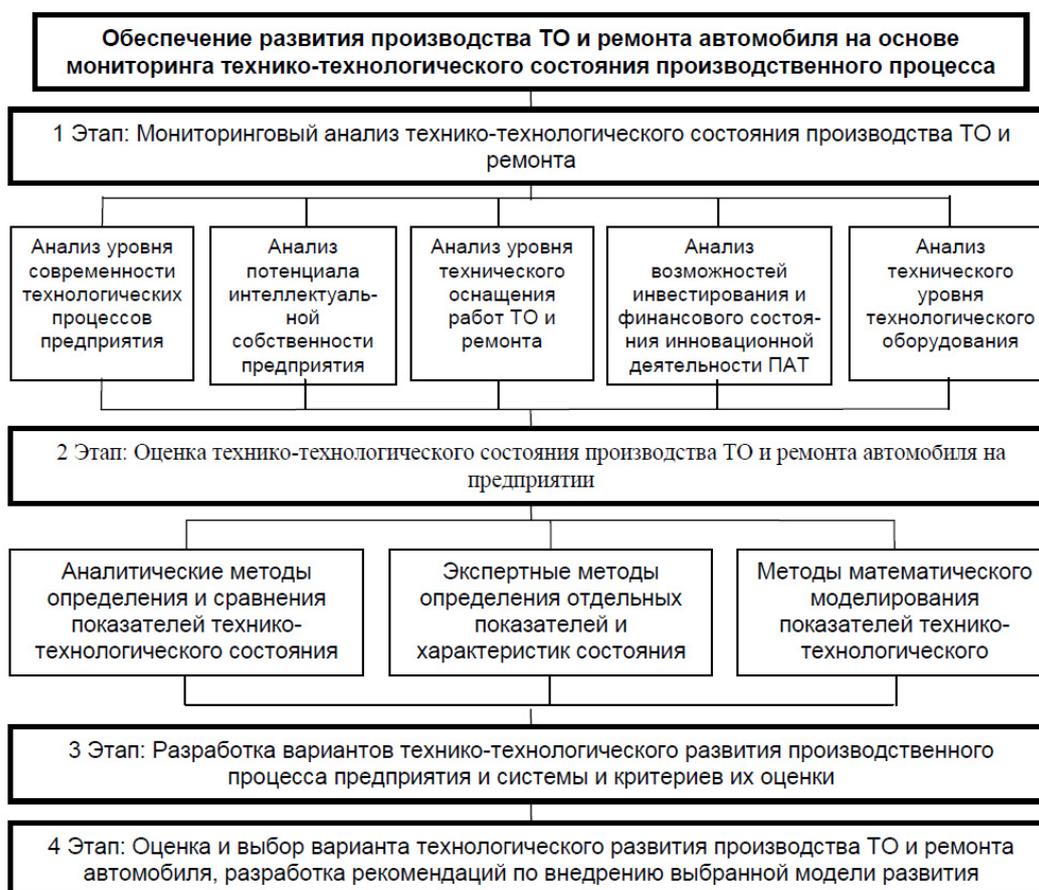


Рисунок 2 - Алгоритм проведения мониторинга технико-технологического потенциала предприятия

Разработка (рисунок 2, 4 Этап) системы оценки вариантов включает выбор и уточнение критериев, по которым целесообразно оценивать варианты развития, и выбирать лучший вариант. Для различных решений критериями могут быть:

- эффективность внедрения технологий;
- экономичность внедрения;
- надежность технологий и оборудования;
- краткость использования технологий;
- объем и уровень определенности последствий внедрения (предвидение последствий) возможность внедрения технологий (финансовые и материальные возможности предприятия).

Оценка различных вариантов технико-технологического развития по приведенным критериям должна проводиться в два этапа:

1. Оценка вариантов на возможность внедрения в условиях современности.
2. Оценка вариантов на предмет возможного внедрения в будущем, в условиях нового производства.

Выводы. Постоянно повышать эффективность производственного процесса ПАТ, можно только при условии непрерывного мониторинга качества отдельных процессов производства услуг ТО и ремонта автомобиля.

Список использованных источников

1. Гарельский В. А. Управление качеством услуг по техническому обслуживанию и ремонту автотранспортных средств : диссертация ... кандидата технических наук : 05.02.23 / Гарельский Вадим Анатольевич; [Место защиты: Сам. гос. аэрокосм. ун-т им. С.П. Королева]. - Оренбург, 2009. - 159 с.
2. Самсонова М.В. Всеобщее управление качеством : учебное пособие / М. В. Самсонова. – Ульяновск : УлГТУ, 2014. – 232 с.
3. Глазков Ю. Е., Коробов А. В. Использование информационных технологий при определении годовой программы автотранспортных предприятий // Научно-методический электронный журнал «Концепт». – 2017. – Т. 39. – С. 1186–1190. – URL: <http://e-koncept.ru/2017/970564.htm>.
4. Глазков Ю.Е., Кириллов А.В. Конкурентоспособность сервисного обслуживания автомобилей. Устойчивое развитие региона: архитектура, строительство, транспорт: Материалы 4-й международной научно-практической конференции Института архитектуры, строительства и транспорта.– Тамбов, Изд-во Першина Р.В., 2017.– с. 465-468.
5. Самсонов А.Н. Инновационное развитие предприятий как стратегическое направление деятельности: монография / А.Н. Самсонов. – М.: Изд-во «Палеотип», 2005. – 60с.
7. Лавренченко А.А. Инструментарий технической диагностики ЦПГ двигателя внутреннего сгорания // Современная наука: теория, методология, практика: Материалы 1-й всероссийской (национальной) научно-практической конференции, 26-27 ноября 2019г. / ФГБОУ ВО "Тамбовский государственный технический университет". – Тамбов, Изд-во Першина Р.В., 2019. С. 214-216.

УДК 621.892.8

73.31.09: Эксплуатационные материалы на автомобильном транспорте

ИССЛЕДОВАНИЕ ИЗМЕНЕНИЙ ТРИБОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ МОТОРНЫХ, ТРАНСМИССИОННЫХ И КОМПРЕССОРНЫХ МАСЕЛ ВО ВРЕМЯ ЭКСПЛУАТАЦИИ АВТОМОБИЛЕЙ

Доровских Д.В.,

ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», кандидат технических наук, доцент кафедры «Техника и технологии автомобильного транспорта», ул. Мичуринская, 112, корп. Д, г. Тамбов, Тамбовская область, 392032, Россия, e-mail: dima.dorovskikh@yandex.ru

Глазков Ю.Е.,

ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», кандидат технических наук, доцент кафедры «Техника и технологии автомобильного транспорта», ул. Мичуринская, 112, корп. Д, г. Тамбов, Тамбовская область, 392032, Россия, e-mail: glazkov_yural@mail.ru

Доровских И.Ю.,

ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», магистрант, ул. Мичуринская, 112, корп. Д, г. Тамбов, Тамбовская область, 392032, Россия, e-mail: Vilkas015@yandex.ru

Глазкова М.М.,

ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», магистрант, ул. Мичуринская, 112, корп. Д, г. Тамбов, Тамбовская область, 392032, Россия, e-mail: rusfilol37@mail.ru

Введение. Высокие темпы роста количества транспортных машин в перевозке грузов и пассажиров связаны со значительным потреблением топлива и смазывающих материалов. В условиях непрерывно растущих цен на нефть и нефтепродукты, особенно важную роль играет вопрос, о рациональном использовании моторных, трансмиссионных и компрессорных масел. Малые сроки эксплуатации

масла приводят к необоснованному его перерасходу, большие к снижению эксплуатационной надежности и долговечности двигателя и агрегатов. Масло, работавшее в двигателе или агрегате, является носителем информации, о термодинамических, химических и трибологических процессах, происходящих как в цилиндрах, сопряжениях так и в смазочной системе. Изменение технического состояния элементов конструкции двигателя, агрегата при эксплуатации или возникновение неполадок в его работе в значительной мере отражается на состоянии масла. Работа транспортных машин в различных условиях, а также влияние эксплуатационных и технологических факторов на срок службы масел обуславливает неодинаковую периодичность их смены.

Регламентированные сроки смены масел не всегда обоснованы ввиду применения двигателей и агрегатов различных моделей и модификаций, работающих в неодинаковых условиях эксплуатации. Масла, как правило, к сроку замены не исчерпывают запаса своих эксплуатационных свойств и могут работать дольше без снижения надёжности работы агрегатов транспортных машин. При достижении одним или несколькими показателями качества масла предельных значений происходит увеличение скорости изнашивания деталей, повышение склонности масла к образованию нагара и лаковых отложений в двигателе, что в результате снижает надежность, экологичность и экономичность транспортной машины.

Реализация ресурса заложенного в двигателе и агрегатах транспортных машин, возможна только при использовании эксплуатационных материалов современного поколения, полностью соответствующих по эксплуатационным свойствам их конструкционным особенностям и условиям эксплуатации.

Материалы и методы. В процессе эксплуатации транспортной машины масло выполняет функции накопителя продуктов изнашивания и загрязнений, образующихся при работе двигателя или агрегата, а это приводит к изменению основных показателей качества масла, а также смазывающей способности масла. Из анализа литературы известно, что при испытании смазочного материала в лабораторных условиях, предпочтение отдаётся четырехшариковой машине трения (ЧШМ) ввиду простоты и высокой воспроизводимости эксперимента [1,2,3,4], что связано с исключительно низким разбросом по размерам, твердости и химическому составу образцов (шариков). Данная методика стандартизирована и имеет широкое применение (ГОСТ 9490, ASTM D 2783, DIN 51350).

В работе [5] разработана методика количественной оценки удельной работы изнашивания с помощью ЧШМ. В зависимости от величины нагрузки, которая при испытаниях должна иметь фиксированное значение, параметр удельной работы изнашивания определяет либо противоизносные свойства, либо противозадирные свойства смазочного материала.

В качестве энергетического интегрального критерия оценки трибологической характеристики смазочного материала в трибосистеме авторами [5] предлагается величина плотности энергии, затраченной на разрыв адгезионных мостиков и удаления единичного объема материала в процессе изнашивания, которая имеет сильную корреляцию с показателем износа D_{II} ($r = 0,91$), в худшей степени с индексом задира I_3 ($r = 0,57$) и слабой корреляции между критической нагрузкой P_k ($r = 0,20$) и нагрузкой сваривания P_c ($r = 0,45$). Низкая корреляция между P_k и P_c объясняется тем, что указанные параметры учитывают только предел работоспособности противоизносных и противозадирных присадок, но не учитывают их скорость срабатывания. При этом можно судить о суммарной трибологической активности противоизносных и противозадирных присадок в моторном масле и скорости их срабатывания.

У каждого эксплуатационного материала, включая хладагенты (фреоны), есть область применения, регламентируемая международными нормативными документами. Исходя из этого, каждый производитель техники, в том числе такие автомобильные концерны как BMW, MB, VW, GM и др. разработывает конкретные требования к применению того или иного эксплуатационного продукта для своих систем кондиционирования воздуха в салоне транспортной машины.

В руководстве по эксплуатации (техническому обслуживанию и ремонту) автомобилей, перечисленных производителей, как регламентирующем документе на проведение работ технического обслуживания, четко обозначены материалы и порядок проведения работ по обслуживанию систем кондиционирования. А именно: использование в качестве хладагента – фреона марки R 134a, в качестве смазочного материала – синтетических масел на основе сложных эфиров полиолов (POE) или полиалкилгликолей (PAG). Другие сочетания материалов (хладагентов других марок, а также, масел минеральной или полусинтетической основы) могут вызвать изменение смазывающих свойств масел и оказывать негативное влияние на надежность (безотказность и срок) эксплуатации агрегатов систем кондиционирования применяемых на автомобилях.

Большинство нормативных документов, в которых приведены физико-химические показатели, не имеют значений трибологической характеристики моторного масла и только в ГОСТ 12337-84 (моторные масла для дизельных двигателей) приведены эти значения для индекса задира, критической нагрузки и показателю износа. Среди физико-химических показателей трансмиссионных масел ГОСТ 23652-79, ГУ38.1011238-89 приведен показатель трибологические свойства характеризуемый индексом задира, нагрузкой сваривания, критической нагрузкой и показателем износа [5,6].

Смазывающие (трибологические) свойства определялись по методу, изложенному в ГОСТ 9490-75. Показатель износа ($D_{и}$), характеризующий влияние противоизносных присадок в масле на износ трущихся поверхностей, определялся при температуре $(20 \pm 5)^{\circ}\text{C}$ и постоянной нагрузке 196Н (для моторных) и 392Н (для трансмиссионных) масел в течении 1 часа. Критическая нагрузка характеризует предел несущей способности поверхностно-активных веществ в смазочном материале и способность масла предотвращать возникновение задира трущихся поверхностей, а нагрузка сваривания характеризует предельную работоспособность противозадирных присадок в масле.

Результаты испытаний наиболее распространенных моторных и трансмиссионных масел представлены в таблице 1.

Таблица 1

Значения показателей качества смазывающей способности моторных и трансмиссионных масел

Марка моторного масла	Классификация по SAE	Группа по API	ДИ, мм	ПК, Н	РС, Н
Castrol Magnatec	5W-40	SM/CF	0,34	1039	1646
Castrol SYNTEK	5W-50	SM/CF	0,3	1098	2323
Shel Helix Plus	10W-40	CF-4/SH	0,31	1568	3283
Castrol Magnatec	10W-40	SJ/SL/CF	0,28	1098	2195
Mobil Delvac MX	15W-40	CI-4/SL	0,29	1098	2323
Gazpromneft Diesel Premium	15W-40	CI-4/SL	0,3	1098	2323
Valvoline	75W-90	GL-4	0,36	1235	4174
MANNOL Hypoid	80W-90	GL-4/5	0,33	1166	4136

Анализируя не работавшие моторные и трансмиссионные масла по приведённым показателям можно отметить, что они имеют различные значения эффективности и работоспособности противоизносных и противозадирных присадок.

Трибологическая характеристика смазочного материала - его индивидуальное качество, определяющее смазывающую способность. Как правило, трансмиссионные масла обладают лучшими трибологическими характеристиками, чем моторные, за счет высоких противозадирных свойств масла и их несущей способности. В не работавших моторных маслах показатели характеризующие смазывающие свойства имеют значительные различия по показателю износа ($D_{и}$) от 0,29 до 0,48мм, критической нагрузке ($P_{к}$) от 784 до 1568Н, нагрузке сваривания ($P_{с}$) от 1646 до 2450Н [4, 5].

Для определения изменения смазывающих свойств моторных масел в эксплуатации были отобраны пробы масел с различной наработкой из двигателей нескольких автомобилей.

Результаты испытаний на ЧШМ моторных масел взятых из двигателей автомобилей самосвалов КАМАЗ-45143 в зависимости от наработки на масле Essolube XT 401 SAE 15W-40 API CF-4 (№1 и №2) и на масле Mobil Delvac MX SAE 15W-40 API CI-4/SL (№3 и №4) представлены в таблице 2.

Таблица 2

Результаты испытаний отработанного моторного масла

Показатель	Время работы автомобиля					
	Чистое масло	№ 1 400ч	№ 2 460ч	Чистое масло	№ 3 555ч	№ 4 500ч
Критическая нагрузка ($P_{к}$), Н	1235	1098	1098	1098	735	735
Показатель износа ($D_{и}$) при нагрузке 196Н, мм	0,39	0,59	0,48	0,29	0,33	0,39
Нагрузка сваривания ($P_{с}$), Н	2450	2323	2195	2323	2195	2195

При замене отработанного моторного масла Essolube XT 401 SAE 15W-40 произошло незначительное снижение его критической нагрузки с 1235Н до 1098Н составило 11%, нагрузки сваривания с 2450Н до 2323Н в автомобиле №1, с 2450Н до 2195Н в №2 составило 5,2% и 11,4%, увеличение показателя износа с 0,39 до 0,59 составило 51,3%.

При эксплуатации автомобилей в отработанном моторном масле Mobil Delvac MX SAE 15W-40 снижение критической нагрузки с 1098Н до 735Н составило 33%, нагрузки сваривания с 2323Н до 2195Н составило 5,5%, увеличение показателя износа с 0,29 до 0,39 составило 34,5%.

Трансмиссионное масло MANNOL Hypoid SAE 80W-90 API GL-4/5 проработало в заднем мосту автомобиля MAN 120 тыс.км снижение критической нагрузки с 1166Н до 921Н составило 21%, нагрузки сваривания с 4136Н до 3479Н составило 15,9%, увеличение показателя износа с 0,33 до 0,5 составило 51,5%.

Эксплуатация тракторов Neo Holland T8050 на моторных маслах разных производителей подтвердила необходимость постоянного мониторинга изменения основных показателей трибологических свойств работавших масел (таблица 3).

Таблица 3

Результаты испытаний моторного масла Shell Rimula R4 L SAE 15W-40 API CI-4 (№1 и №2) и Q8 T 750 SAE 15W-40 API CI-4/SL (№3) отработавшего в двигателе тракторов NEO HOLLAND T8050

Показатель	Наработка		
	№ 1 76ч	№ 2 280ч	№ 3 252ч
Нагрузка сваривания (Pс),Н	2195	1744	2195
Критическая нагрузка (Pк),Н	735	1166	1098
Показатель износа (Ди) при нагрузке 196Н, мм	0,6	0,34	0,32

Для исследования изменения смазочных свойств синтетического компрессорного масла при заправке кондиционера разными марками хладагента во время эксплуатации автомобиля. Были взяты несколько образцов отработанного синтетического компрессорного масла Planetelf ACD 100 FY фирмы Total, которое работало с хладагентом R 134a фирмы San Mei (образец № 1) и со смесью хладагентов R134a, R142b и R 22 (R134a -18,2%, R142b-15%, R22-66,8%) образец № 2 в одних условиях и одинаковое время. Результаты испытаний представлены в таблице 4.

Таблица 4

Изменение трибологических характеристик синтетического компрессорного масла Planetelf ACD 100 FY фирмы Total при работе с различными хладагентами

Показатель	Образец №1	Образец №2
Критическая нагрузка (Pк), Н	657	588
Показатель износа (Ди) при нагрузке 196Н, мм	0,27	0,76

Заключение.

- Полученные результаты изменения показателей характеризующих трибологические свойства работавших моторных (Essolube XT 401 SAE 15W-40, Mobil Delyac MX SAE 15W-40) и трансмиссионного масла (MANNOL Hypoid SAE 80W-90 API GL-4/5), при работе в technically исправных агрегатах, на момент смены свидетельствуют о незначительном ухудшении эффективности действия противозадирных и противоизносных присадок.
- При работе синтетического компрессорного масла Planetelf ACD 100 FY со смесью хладагентов R134a, R142b и R22 происходит ухудшение смазочных свойств, снижение критической нагрузки (Pк) на 10,5% и увеличение показателя износа (Ди) в 2,8 раза за 1 час работы по сравнению с маслом работающего с хладагентом R 134a. Данные показатели в процессе дальнейшей работы системы кондиционирования будут только ухудшаться.
- Эксплуатация компрессорного оборудования на синтетическом компрессорном масле Planetelf ACD 100 FY со смесью хладагентов R134a, R142b и R22 не желательно, так как это вызывает резкое снижение смазочных свойств и ресурса узлов системы кондиционирования, что приводит к быстрой потере работоспособности и отказу оборудования системы.

Список использованных источников

1. Кулиев А.М. Химия и технология присадок к маслам и топливам. – 2-е изд., перераб. / Кулиев А.М. – Л.: Химия. – 1985. – 312 с.
2. Доровских Д.В., Коновалов Д.Н., Коновалова М.В. Анализ методов очистки автомобильных эксплуатационных материалов // Материалы Международной научно-практической конференции «Интеллектуальные технологии и техника в АПК», 2016.– С. 75-82.
3. Остриков В.В., Нагорнов С.А., Клейменов О.А., Прохоренков В.Д., Курочкин И.М., Хренников А.О., Доровских Д.В. Топливо, смазочные материалы и технические жидкости: учебное пособие. - Тамбов: Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та, 2008. - 304 с.
4. Масла моторные для автотракторных дизелей. Технические условия. ГОСТ 8581-78. Межгосударственный стандарт. – М.: Изд-во Стандартиформ, 2011.
5. Ширкунов А.С. Оценка влияния группового химического состава на индексы вязкости базовых масел / Ширкунов А.С., Рябов В.Г., Бондарев А.В., Бакулев П.В. // Вестник ПНИПУ. Химическая технология и биотехнология. – Пермь: ПНИПУ. – 2012. - №13. – С. 97-104.
6. Гурьянов Ю. А. Экспресс-методы и средства диагностирования агрегатов машин по параметрам масла: диссертация ... доктора технических наук : 05.20.03 / Гурьянов Юрий Анатольевич; [Место защиты: Челяб. гос. агроинженер. ун-т]. - Челябинск, 2007. - 371 с.

АНАЛИЗ ПУТЕЙ УЛУЧШЕНИЯ ДИЗЕЛЬНОГО ТОПЛИВА ПРИМЕНЕНИЕМ БИОДОБАВОК**Доровских Д.В.,**

ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», кандидат технических наук, доцент кафедры «Техника и технологии автомобильного транспорта», ул. Мичуринская, 112, корп. Д, г. Тамбов, Тамбовская область, 392032, Россия, e-mail: dima.dorovskikh@yandex.ru

Глазков Ю.Е.,

ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», кандидат технических наук, доцент кафедры «Техника и технологии автомобильного транспорта», ул. Мичуринская, 112, корп. Д, г. Тамбов, Тамбовская область, 392032, Россия, e-mail: glazkov_yural@mail.ru

Доровских И.Ю.,

ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», магистрант, ул. Мичуринская, 112, корп. Д, г. Тамбов, Тамбовская область, 392032, Россия, e-mail: Vilkas015@yandex.ru.

Глазкова М.М.,

ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», магистрант, ул. Мичуринская, 112, корп. Д, г. Тамбов, Тамбовская область, 392032, Россия, e-mail: rusfilol37@mail.ru

Введение. Сжигание чистых нефтепродуктов приводит к ежегодному выбросу 30 миллионов вредных веществ. Большое потребление топлива обеспечивает энергией подвижной состав предприятий, которые используют в сельском хозяйстве. Однако обеспечить потребности сельского хозяйства в качественном дизельном топливе пока удастся не везде и не в полном объеме.

Кроме того, увеличение потребления энергии, которая по прогнозам [1] возрастет к 2030г. на 60%, истощение залежей нефти и газа, повышение цен на дизельное топливо и целый ряд других факторов вызывает необходимость искать возможность получения и использования топлива из возобновляемого растительного сырья.

По оценкам Международного валютного фонда к 2050 г. количество автомобилей вырастет до 3 млрд., при этом доминирующую роль будут играть дизельные двигатели. За 120-летний путь, который прошел в своем развитии дизельный двигатель, выявлены его преимущества: высокая экономичность и конкурентоспособность по сравнению с другими энергетическими установками. До настоящего времени не исчерпан потенциал его эффективности, о чем свидетельствует непрерывное улучшение технико-экономических показателей.

Дизелизация мирового моторного парка на протяжении ряда лет определяет опережение производства и потребления дизельного топлива по сравнению с автомобильным бензином. Мировая тенденция к более высоким темпам роста потребления дизельного топлива сохранится на долгосрочный период.

Мировой автопарк, объем которого уже сегодня превышает 900 млн. единиц, включает грузовые (около 30 %) и легковые (порядка 70 % вместе с автобусами) автомобили. Из ежегодно выпускаемых 40..45 миллионов автомобилей более 55 % приходится на замену выводимых из эксплуатации транспортных средств, а остальные 45 % составляют ежегодный прирост мирового автопарка. В среднем один автомобиль потребляет 2,2 тонны в год моторного топлива. Для удовлетворения потребностей мирового автопарка необходимо иметь около двух миллиардов тонн топлива, на изготовление которого в зависимости от глубины переработки требуется свыше 5 млрд. тонн нефти [2]. Во всем мире ежегодно добывается около 5 млрд. тонн нефти. Из них около 70 % нефти идет на производство бензинов и дизельных топлив. По многочисленным оценочным прогнозам экспертов (даже при сохранении неизменным этого уровня добычи) её запасов может хватить только на 40..50 лет [2,3]. В таблице 1 на основании обработки материалов [3] представлена динамика изменения использования нефти как энергоресурса и оценочный прогноз её запасов в процентах от всех видов существующих энергоресурсов.

Прогнозные оценки разных авторов отличаются друг от друга [3,4], но все эксперты приходят к одному выводу – о возможном истощении запасов нефти в недрах и прекращении её промышленного использования как основного вида энергоносителя для тепловых двигателей. Из-за опережающего спроса на моторное топливо будет неизбежно возрастать дефицит нефти, который уже к 2025 г. может превысить величину более 2,5 млн. тонн в день [5].

Таблица 1

Прогноз использования нефти как энергоресурса, (%)

Ресурс	Годы											
	1940	1980	2000	2020	2030	2040	2050	2060	2070	2080	2090	2100
Нефть	11	51	35	22	11	6	4	3	0	0	0	0

Изложение. Обеспечение всевозрастающей потребности в дизельном топливе в условиях уменьшающихся объёмов переработки нефти на долгосрочный период осложнено рядом факторов. Во-первых, рост потребления авиационного топлива (керосина) вызывает снижение выхода дизельных фракций из нефти. Известно [6], что на каждый 1 % роста производства керосина выход дизельного топлива уменьшается на 0,8...0,9 %.

Во-вторых, развитие производства жидких парафинов для нужд микробиологического синтеза сокращает выработку дизельных топлив на величину выхода жидких парафинов и более легкокипящих продуктов деструкции [6].

В-третьих, нефть является ценнейшим и одним из основных (вместе с природными горючими газами) сырьевых ресурсов для нефтехимической промышленности, которая даже в условиях экономического кризиса укрепила свои позиции на рынке и продолжает успешно развиваться.

Эта тенденция является характерной практически для всех стран мира. В России в 2018 г. из 516 млн. тонн извлеченной из недр нефти на отечественном рынке осталось порядка 275 млн. тонн, из которых в нефтехимический сектор направлено около 22 млн. тонн [5,6].

Спрос на продукты предприятий нефтехимической промышленности все время возрастает, обуславливая увеличение темпов роста мощностей и ассортимента ее продукции. Продукты переработки нефти идут на производство пластиков, полимеров, резинотехнических изделий и лакокрасочных материалов, работать с которыми гораздо выгоднее, чем с моторными топливами.

Многие крупные нефтяные компании стали освобождаться от активов нефтепереработки и ориентироваться на нефтехимию. В долгосрочной перспективе интерес для нефтяных компаний представляют альтернативные источники энергии: обеспечение спокойного будущего компаний возможно только при широкой диверсификации деятельности, включая трансформацию из нефтегазовых гигантов в многопрофильные энергетические компании.

В соответствии с «Энергетической стратегией России на период до 2030 года», утвержденной распоряжением Правительства Российской Федерации от 13 ноября 2009 г. № 1715-р, к 2020 году добычу нефти нужно довести до 525 млн. тонн. По мнению экспертов [3,6], несмотря на актуальность и заманчивость этой задачи, она должна быть подкреплена надежными сведениями о наличии потенциальных запасов нефти для её выполнения. Статистические данные позволяют надеяться на успешное выполнение планов стратегии и выглядят на первый взгляд довольно убедительно (таблица. 2).

Таблица 2

Добыча нефти в России за последние годы, млн. т

Годы	2008	2009	2010	2011	2012	2020
Добыча нефти	472	477,3	505	510	516	525

Однако надеяться на удовлетворение спроса на моторные топлива отечественных потребителей пока преждевременно. По данным [4,6], созданы новые пути экспорта нефти, которые пока не обеспечены ресурсами. В работе [5] подчеркивается, что «только по одному магистральному нефтепроводу ВСТО, если он заработает на полную мощность, надо будет ежегодно перекачивать до 80 млн. тонн нефти за рубеж». По мнению экспертов [6], только на протяжении 15...20 лет можно будет выполнять запланированную добычу нефти, за этим последует существенное сокращение до 250 млн. тонн. К 2035 году наша страна практически не сможет ни экспортировать нефть, ни стабильно поставлять нефтепродукты для нужд отечественной экономики и населения. Все вышперечисленное свидетельствует «о наличии в топливно-энергетическом комплексе существенных многофакторных всевозрастающих кризисных явлений глобального характера».

Энергетический кризис, связанный с неуклонным повышением мировых цен на нефть, неизбежно приводит к росту цен на дизельное топливо, реализуемое на внутреннем рынке Российской Федерации. Основными потребителями дизельного топлива являются: грузовой автотранспорт, сельскохозяйственное производство и автобусные перевозки (рисунок 1).

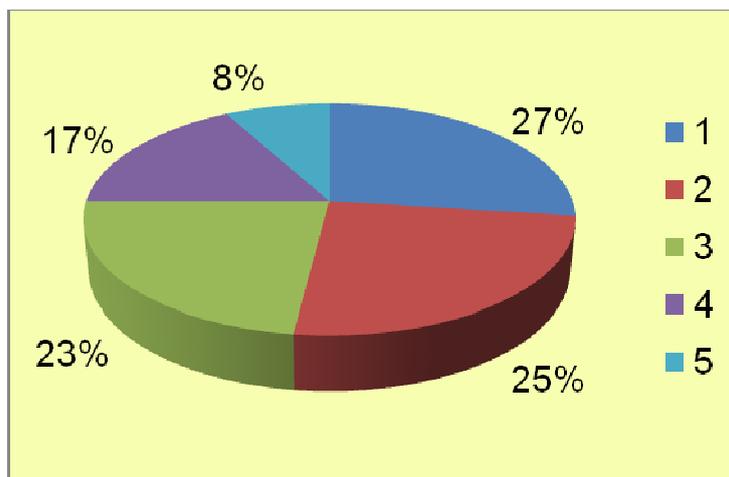


Рисунок 1 - Структура спроса на дизельное топливо (прогноз на 2020 год)
 1 – транспорт (27 %); 2 – сельское хозяйство (25 %); 3 – автобусные перевозки (23 %);
 4 – прочие, в том числе Минобороны и МЧС (17%); 5 – строительство (8%).

Использование возобновляемых источников энергии в качестве моторного топлива позволит решить не только энергетические, но и глобальные экологические проблемы. Известно [7], что во все возрастающей антропогенной атаке на биосферу Земли ведущая роль принадлежит нефтяным моторным топливам, вызывающим загрязнение окружающей среды преимущественно в процессе эксплуатации тепловых двигателей.

Только в России в атмосферу ежегодно выбрасывается с отработавшими газами около 30 млн. т вредных веществ: до 15 млн. т монооксида углерода CO, 12 млн. т оксидов азота NO_x, 2 млн. т несгоревших углеводородов CH_x, 1 млн. т сажи (углерода C) [7].

Биодизельное топливо является основным ресурсом для диверсификации источников энергии, сохранения энергетической безопасности, развития растениеводства, как основного поставщика энергетического сырья для получения биодизельного топлива, «смягчения последствий изменения климата за счет сокращения выбросов парниковых газов» [8].

Название «биотопливо» обобщает такие виды источников энергии, как: биогаз, биоэтанол, биометанол, диметилвый эфир, биодизель. Смесевое дизельное топливо приводит к увеличению часового расхода биодизеля, снижению мощности двигателя, меньшему содержанию в отработавших газах оксида азота, монооксида углерода, несгоревших углеводородов. Тем самым снижается дымность отработавших газов. Сырьем для биодизеля, получаемого на основе метиловых эфиров отработанных растительных масел, является масло из возобновляемого сырья, которое в подогретом состоянии смешивается с алкоголятом калия. Алкоголят представляет собой раствор, где смешиваются катализатор (гидроокись калия) с метанолом до полного растворения. Завершающим звеном является само дизельное топливо, которое смешивается с полученным метиловым эфиром для получения биодизеля.

С увеличением концентрации метилового эфира подсолнечного масла в смеси с дизельным топливом увеличивается плотность, вязкость, содержание серы, но уменьшается теплота сгорания.

Существуют технологии получения топлива из пищевого или непищевого сырья, тем самым данный источник энергии подразделяется на биотопливо первого и второго поколения.

В некоторых проведенных исследованиях применяют подсолнечное масло, которое тоже можно считать биотопливом. В результате работы ДВС на смеси подсолнечного масла и дизельного топлива после 604 ч на верхней перемычке всех поршней образовалось большое количество нагара, вторые поршневые кольца пригорели. Топливные фильтры приходилось менять через 20 – 40 часов работы двигателя. Гильзы цилиндров и подшипники шатуна были в хорошем состоянии. Износ гильз был меньше, чем при работе на дизельном топливе [9].

В данном процессе было использовано чистое подсолнечное масло. Если бы масло смешать с алкоголятом, чтобы в дальнейшем получить неочищенный метиловый эфир растительного масла (Э-фаза). Затем Э-фазу очистить и смешать с дизелем, то можно предположить, что нагара стало бы меньше, а время использования топливного фильтра увеличится.

У применения сырьевой базы на основе пищевого (подсолнечничник) и не пищевого (рапс и рьжик) растительного сырья имеются проблемы связанные с затратами на выращивание, меньшим получением масла с гектара по сравнению с микроводорослями. Эти виды сырья замещаются использованием микроводорослей богатых липидами, являющимися основой для синтеза топлива. Продукт полученный на основе данного сырья будет являться биотопливом третьего поколения.

Разработка новых подходов к переработке водорослевого сырья позволяет из одной и той же биомассы получать различные виды топлива. При определённых условиях культивирования микроводоросли способны синтезировать биоэтанол и водород. Ряд микроводорослей синтезируют в процессе роста углеводороды. Так, зелёные одноклеточные колониальные водоросли *Botryococcusbraunii* обладают замечательной способностью образовывать и аккумулировать жидкие углеводороды (до 86 % от веса сухой биомассы). Углеводороды, экстрагируемые из биомассы *B.braunii*, после гидрокрекинга можно рассматривать как источник моторного топлива. Водоросли с высоким содержанием крахмала и углеводов можно переработать путём аэробной или анаэробной ферментации в биоэтанол, биобутанол и водород. Для получения биотоплива для дизельных двигателей используется процесс переэтерификации триацилглицеридов, входящих в состав липидной фракции водорослевой биомассы (масло). Одновременно с биодизельным топливом из водорослей можно получать изтанол: после извлечения масла оставшаяся часть биомассы зачастую содержит достаточное количество крахмала и других углеводов. Триацилглицерины водорослей, а также полученное из них биодизельное топливо, подвергают гидротермальному сжижению, которое проводится при повышенных давлении и температуре на гетерогенных катализаторах. Затем гидрогенизацией и деоксигенацией получают смесь углеводородов. Дополнительная операция гидрокрекинга, которой подвергается уже полученное топливо, позволяет повысить выход целевого продукта – биологического топлива для дизельного двигателя (зелёный биодизель), содержащего углеводороды с короткими углеводородными цепочками (не более 10 атомов углерода) [9]. В таблице 3 представлены результаты сравнительной характеристики рапса и микроводоросли *Naematococcuspluvialis*.

Таблица 3

Сравнение рапса и микроводоросли *Naematococcuspluvialis* как энергоисточников

Культура	Продуктивность биомассы, т/га в год	Общее энерго-содержание, ГДж/га в год	Продуктивность по маслу, т/га в год	Энерго-содержание по маслу, ГДж/га в год
1	2	3	4	5
Рапс (Германия)	3,1	75,6	1,2	44,7
Рапс (Финляндия)	1,6	39,0	0,65	24,2
Рапс озимый (Россия)	1,0-2,5	24,0-61,0	0,3-0,75	11,1-28,0
<i>Naematococcuspluvialis</i> (в среднем)	38,2	763	13,8	422
<i>Naematococcuspluvialis</i> (максимально)	91,8	1836	33,2	1014

В среднем по продуктивности получения масла, энергосодержанию масла микроводоросли *Naematococcuspluvialis* опережают в десять раз рапс. Сами по себе микроводоросли приносят больше масла с гектара, чем рапс и другие масляничные культуры в 15 – 100 раз.

Подсолнечное масло в качестве биотоплива, является не лучшим выходом, поэтому стоит применять смесь переработанного подсолнечного масла до метилового эфира с биодизелем.

Лучшим видом растительного сырья для биотоплива являются водоросли, например хлорелла, в связи с тем, что требуется минимум затрат на их выращивание, можно получить больше масла с гектара, чем другие масляничные культуры.

В целом сырьем для производства биодизельного топлива могут служить любые виды растительных масел: рапсовое, соевое, арахисовое, пальмовое и другие, отработанные подсолнечное и оливковое, дистилляты дезодорирования растительных масел, животные жиры, а также липиды водорослей и микроводорослей.

В этой связи не следует воспринимать выполнение решений Киотского протокола как чисто коммерческого механизма, построенного на торговле квотами на выбросы. Основное в нем – необходимость снижения эмиссии парниковых газов, ведущую роль в котором будет играть использование биодизельного топлива.

Поскольку по объемам производства в ряде стран первое место занимают дизельные топлива, то к ним предъявляются жесткие требования по содержанию серы и ароматических соединений, установленные Европейским экономическим Советом EN 590: содержание серы должно быть менее 0,001...0,005 % (масс.), а содержание полициклических ароматических углеводородов – не более 11 %.

Процесс обессеривания дизельных топлив неизбежно привел к потере целого ряда их ценных потребительских качеств: противоизносных и антистатических свойств,

химической стабильности. На первом месте стоят противоизносные свойства, так как надежность дизельных двигателей, прежде всего, определяется качеством работы топливной аппаратуры, а в общем объеме прогрессирующих издержек из-за потери работоспособности прецизионных элементов топливного насоса высокого давления основную часть составляют топливные потери [10].

Заключение. Известно [10], что в режиме граничного трения, характерном для работы топливных насосов высокого давления, главную роль играют поверхностно-активные соединения серы, сорбирующиеся на трущихся поверхностях и принимающие участие в трибохимических реакциях, приводящих к образованию защитной сервовитной пленки. Для устранения этих недостатков экологически чистых дизельных топлив нужно дозировать в них смазывающие присадки или добавки, среди которых наиболее эффективными являются метиловые эфиры растительных масел или биодизельное топливо.

Немногочисленные известные технологии получения биодизельного топлива морально устарели, поскольку характеризуются высокой энерго- и материалоемкостью при низкой производительности. Для устранения этих негативных явлений требуется найти инновационные технологии, использующие новый тип реакторов, устраняющий негативные стороны известных аппаратов для получения биотоплива.

Список использованных источников

1. Марков, В.А. Использование растительных масел и топлив на их основе в дизельных двигателях: Монография / В.А. Марков, С.Н. Девянин, В.Г. Семенов, А.В. Шахов, В.В. Багров. – М.: ООО НИЦ «Инженер» (Союз НИО), ООО «Онико-М», 2011. – 536 с.;
2. Александров, А.А. Альтернативные топлива для двигателей внутреннего сгорания / А.А. Александров, И.А. Архаров, В.В. Багров и др.; под ред. А.А. Александрова и В.А. Маркова. – М.: ООО НИЦ «Инженер», ООО «Онико-М», 2012. – 791 с.;
3. Максимцев, И.А. Энергетика XXI века: экономика, политика, экология / И.А. Максимцев, Г.Л. Багиев, Н.Ф. Газизуллин //Евразийский международный научно-аналитический журнал «Проблемы современной экономики». – 2008. – № 4 (28). – С. 114-125;
4. Семенов, В.А. Изменения на нефтяном рынке /В.А. Семенов // Энергетика за рубежом. – 2002. – № 2. – С. 55-56;
5. Грунис Е.Б. Современное состояние ресурсной базы и прогноз уровней добычи нефти в Восточной Сибири / Е.Б. Грунис // Геология нефти и газа. – 2009. – № 6. – С. 23-29;
7. Грунис Е.Б. Состояние ресурсной базы ТЭК и пути инновационного развития до 2050 г. /Е.Б. Грунис //Геология нефти и газа.– 2009. – № 5. – С. 2-10;
8. Лавренченко А.А.Инструментарий технической диагностики ЦПГ двигателя внутреннего сгорания //Современная наука: теория, методология, практика: Материалы 1-й всероссийской (национальной) научно-практической конференции, 26-27 ноября 2019г. / ФГБОУ ВО "Тамбовский государственный технический университет".– Тамбов, Изд-во Першина Р.В., 2019. С. 214-216.
9. Марков, В.А. Применение смесевых биотоплив на основе метиловых эфиров растительных масел в транспортных дизелях / В.А. Марков, С.А. Нагорнов, С.Н. Девянин // Безопасность в техносфере. – 2011. – № 6. – С. 26-33;
10. Лавренченко А.А.Методы и средства технической диагностики цилиндропоршневой группы двигателя //Современная наука: теория, методология, практика: Материалы 1-й всероссийской (национальной) научно-практической конференции, 26-27 ноября 2019г. / ФГБОУ ВО "Тамбовский государственный технический университет".– Тамбов, Изд-во Першина Р.В., 2019. С. 212-214.
11. Улюкина, Е.А. Улучшение эксплуатационных свойств современных и перспективных моторных топлив для сельскохозяйственной техники : автореф. дис. ... докт. техн. наук. : 05.20.03 / Улюкина Елена Анатольевна. – М., 2012. – 33 с.;

АНАЛИТИЧЕСКИЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ ПРОЦЕССА ФИЛЬТРАЦИИ ТОПЛИВА В ДИЗЕЛЬНЫХ ДВИГАТЕЛЯХ

Доровских Д.В.,

*ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», кандидат технических наук,
доцент кафедры «Техника и технологии автомобильного транспорта», ул. Мичуринская, 112, корп. Д,
г. Тамбов, Тамбовская область, 392032, Россия, e-mail: dima.dorovskikh@yandex.ru*

Глазков Ю.Е.,

*ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», кандидат технических наук,
доцент кафедры «Техника и технологии автомобильного транспорта», ул. Мичуринская, 112, корп. Д,
г. Тамбов, Тамбовская область, 392032, Россия, e-mail: glazkov_yura1@mail.ru*

Доровских И.Ю.,

*ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», магистрант,
ул. Мичуринская, 112, корп. Д, г. Тамбов, Тамбовская область, 392032, Россия,
e-mail: Vilkas015@yandex.ru.*

Глазкова М.М.,

*ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», магистрант,
ул. Мичуринская, 112, корп. Д, г. Тамбов, Тамбовская область, 392032, Россия,
e-mail: rusfilol37@mail.ru*

Введение. Одним из факторов оказывающих существенное влияние на надежность дизельного двигателя является работа его топливной аппаратуры и в первую очередь топливного насоса высокого давления (ТНВД). Исследование и анализ причин отказов ТНВД показывают, что одной из них является повышенная загрязненность дизельного топлива. В современных двигателях очистка топлива осуществляется двумя последовательно установленными фильтрами грубой (ФГО) и тонкой (ФТО) очистки образующими систему. Основной функцией ФГО является очистка топлива от крупнодисперсных загрязнений и воды, ФТО - очистка топлива от мелкодисперсных загрязнений. В качестве ФГО наибольшее распространение получили фильтры-отстойники. Фильтрующие элементы ФТО выполняются на основе фильтровальных бумаг или картонов. В зависимости от конструкции в ФТО осуществляется одно или двухступенчатая очистка топлива. При этом вторая ступень ФТО может быть размещена в отдельном корпусе и последовательно подключена к его первой ступени или ее роль выполняет вторая ступень комбинированного двухступенчатого фильтрующего элемента.

Наиболее полное представление о работе системы может быть получено используя для ее анализа системный подход. Одним из элементов системного подхода является формулирование целей создания системы. Известно, что большинство из них имеют две цели: главную и функциональную. По отношению к техническим системам в качестве главной цели, как правило, выступает ее назначение. Применительно к системам очистки их назначением является обеспечение чистоты дизельного топлива в заданных пределах. Двигатель как техническая система состоит из нескольких систем (система питания, система смазки и т.д.). Система очистки топлива в свою очередь является подсистемой системы питания, т.е. системы двигателя образуют иерархию. Это позволяет определить вторую - функциональную цель создания системы очистки. В соответствии с теорией систем в качестве функциональной цели системы выступает сохранение вышестоящей системы. По отношению к системе очистки топлива этой целью является - повышение надежности и долговечности системы питания двигателя путем снижения интенсивности износа элементов его топливной аппаратуры. Таким образом, задачей анализа систем очистки топлива является выявление системных закономерностей влияющих, во-первых на качество очистки топлива и во-вторых на износ топливной аппаратуры.

Материалы и методы. В качестве оценочных показателей эффективности фильтров, определяющих качество очистки жидкости, наиболее широкое распространение получили: коэффициент полноты фильтрации φ и отфильтровывания φ_x , абсолютная и номинальная тонкость фильтрации. Коэффициенты полноты фильтрации и отфильтровывания характеризуют снижение концентрации загрязнений в очищаемой жидкости от c до c' и штучной концентрацией частиц размером x с n_x до n_x' :

$$\varphi_4 = \frac{n_x - n_x'}{n_x}, \quad (1)$$

$$\varphi = \frac{c_0 - c'}{c_0}, \quad (2)$$

Абсолютная тонкость фильтрации определяется максимальным размером частиц загрязнений прошедших через фильтр. Номинальная тонкость фильтрации соответствует размеру частиц 95% которых задерживается фильтрующей перегородкой или $\varphi_x = 0,95$. Наряду с 95% процентной широко применяется и 50% тонкость фильтрации ($\varphi_x = 0,5$).

Учитывая, что в практике очистки топлива в системах питания двигателей применяется двух (или трех) ступенчатая очистка, практический интерес представляет эффективность работы системы очистки в целом.

Рассмотрим наиболее простую систему состоящую из двух последовательно установленных фильтров грубой (ФГО) и тонкой (ФТО) очистки топлива. На фильтр первой ступени (ФГО) поступают частицы загрязнений размером x в количестве n_{0x} , а выходит после фильтрации в количестве n'_{x1} , которые поступают на вторую ступень очистки (ФТО), а выходят из нее в количестве n''_{x2} .

Коэффициент отфильтровывания каждой из ступеней очистки будет:

$$\varphi_{x1} = \frac{n_{0x} - n'_{x1}}{n_{0x}}; \quad \varphi_{x2} = \frac{n'_{x1} - n''_{x2}}{n'_{x1}}; \quad (3)$$

В соответствии с (2) коэффициент отфильтровывания системы будет:

$$\varphi_{xc} = \frac{n_{0x} - n''_{x2}}{n_{0x}}; \quad (4)$$

Решая уравнения (3) и (4) совместно получим:

$$\varphi_{xc} = \varphi_{x1} + \varphi_{x2} - \varphi_{x1} \cdot \varphi_{x2}, \quad (5)$$

При известном дисперсном составе загрязнений поступающих на фильтры первой и второй ступени коэффициенты отфильтровывания частиц любой размерной группы могут быть определены по формулам.

$$\varphi_{x1} = 1 - (1 + b_1 \cdot x) \cdot e^{-b_1 \cdot x}; \quad \varphi_{x2} = 1 - (1 + b_2 \cdot x) \cdot e^{-b_2 \cdot x}; \quad (6)$$

где $b_1 = 1,679/d_{0,5(1)}$; $b_2 = 1,679/d_{0,5(2)}$ - параметры, определяемые через 50% тонкость фильтрации каждой из ступеней очистки. Откуда номинальная тонкость фильтрации может быть определена построив график $\varphi_{xc} = f(x)$.

При известном φ_c и функции массового распределения частиц загрязнений $F(x)$ коэффициент полноты фильтрации системы очистки может быть определен по формуле:

$$\varphi_c = \frac{c_0 - c'}{c_0} = \int_0^{\infty} \varphi_{xc} \cdot dF(x) \quad (7)$$

где $dF(x) = a_m^2 \cdot e^{-ax} dx$ - дифференциальная функция массового распределения частиц загрязнителя по размерам; $a_m = 1,6797x_{0,5}$ параметр массового распределения частиц загрязнений по размерам, $x_{0,5}$ размер частиц загрязнений, делящий интегральную функцию $F(x)$ пополам.

Подставив в уравнение (7) значения φ_{x1} и φ_{x2} из (5) после интегрирования формула коэффициента полноты фильтрации системы очистки примет вид:

$$\varphi_c = 1 - \frac{a_m^2}{(a_m + b_1 + b_2)^2} \cdot \left[1 + \frac{2 \cdot b_1}{(a_m + b_1 + b_2)} + \frac{2 \cdot b_2}{(a_m + b_1 + b_2)} + \frac{6 \cdot b_1 \cdot b_2}{(a_m + b_1 + b_2)} \right], \quad (8)$$

Формулы (5) и (8) отражают закономерности очистки жидкостей фильтрованием, учитывающие эффективные показатели элементов очистки, образующих систему. Они могут быть использованы для расчета основных показателей эффективности систем очистки жидкостей фильтрованием при разработке и проектировании систем очистки топлива дорожных машин.

Одной из задач проектирования систем очистки топлива является подбор элементов системы, обеспечивающих надежную работу топливной аппаратуры и в первую очередь снижения интенсивности износа плунжерных пар ТНВД за счет уменьшения массы поступающих к ним загрязнений и модификации их дисперсного состава. Одним из путей решения этой задачи является исследование закономерности и разработка математической модели износа плунжерных пар ТНВД, учитывающей качество очистки топлива основанной на вероятностном подходе.

В общем случае участие частиц загрязнений в процессе абразивного износа будет иметь место при соблюдении двух условий: попадания частиц в зазор поверхностей трения и наличия абразивного контакта частицы с поверхностями трения, тогда полагая, что все частицы размером x попавшие в зазор участвуют в процессе износа полная вероятность износа $P_{и}$ будет:

$$P_{и} = P_1 \cdot P_2 = \lambda \cdot \alpha \cdot x \cdot e^{-\alpha \cdot x}, \quad (9)$$

где $P_1 = \lambda_n \cdot y^{-\alpha \cdot x}$, - вероятность попадания частиц в зазор ($\lambda_n = 2,72$ - основание натурального логарифма); $P_2 = \alpha \cdot x$ - вероятность абразивного контакта частиц с поверхностью трения ($\alpha = (1/\delta_n) \cdot k_{\phi}$; $k_{\phi} = 1,6 \div 1,8$ - коэффициент формы частицы).

Величина удельного износа пар трения ΔI отнесенная к массе Δg поступившего в зазор монодисперсного абразива может быть выражена как:

$$\frac{\Delta I}{\Delta g} = k_n \cdot P_n = k_n \cdot \lambda \cdot \alpha \cdot x \cdot e^{-\alpha \cdot x}, \quad (10)$$

где k_n - коэффициент интенсивности износа, учитывающий влияние свойств материала пар трения и абразива, условия трения и другие факторы, влияющие на процесс изнашивания.

Известно, что на интенсивность износа наибольшее влияние оказывают частицы абразива, размер которых соизмерим с зазором в паре трения, причем с его увеличением абразивное воздействие частиц снижается. Полагая, что уменьшение интенсивности износа во времени пропорционально k_n можно записать:

$$\text{тогда:} \quad \frac{dk_n}{d\tau} = -\beta \cdot k_n, \quad \text{или} \quad \int_{k_{n0}}^{k_n} \frac{dk_n}{k_n} = -\int_0^{\tau} \beta \cdot d\tau, \quad (11)$$

$$k_n = k_{n0} \cdot e^{-\beta \cdot \tau}, \quad (12)$$

где k_{n0} - коэффициент интенсивности износа в начале процесса изнашивания;

β - коэффициент снижения темпов износа.

Выразив из (10) элементарный износ ΔI и переходя к пределам, с учетом (12):

$$\int_0^I dI = \int_0^{\tau} k_{n0} \cdot V \cdot c_0 \cdot \lambda \cdot \alpha \cdot x \cdot e^{-\alpha \cdot x} \cdot e^{-\beta \cdot \tau} d\tau, \quad (13)$$

или:

$$I = \frac{k_{n0}}{\beta} \cdot V \cdot c_0 \cdot \lambda \cdot \alpha \cdot x \cdot e^{-\alpha \cdot x} \cdot (1 - e^{-\alpha \cdot \tau}), \quad (14)$$

где V - расход топлива;

c_0 - концентрация загрязнений в жидкости.

Уравнение представляет собой математическую модель износа пары трения при воздействии на нее монодисперсного загрязнителя с частицами размером x . В реальных условиях эксплуатации дорожных машин загрязнения, поступающие в топливо имеют полидисперсный характер. Результаты исследований и анализа дисперсного состава загрязнений показывают, что он удовлетворительно описывается уравнением вида.

$$dF(x) = a^2 \cdot x \cdot e^{-\alpha \cdot x} dx. \quad (15)$$

Тогда для случая износа под воздействием полидисперсного загрязнителя уравнение (14) примет вид:

$$I = \frac{k_{n0}}{\beta} \cdot V \cdot c \cdot \lambda \cdot (1 - e^{-\alpha \cdot \tau}) \cdot \frac{2 \cdot \alpha \cdot a_m^2}{(\alpha + a_m)^3}, \quad (16)$$

где $a_r = 1,679/x_{0,5m\mu}$ - параметр, выраженный через $x_{0,5m}$ медиану распределения загрязнений по массе.

Очистка жидкости единичным фильтром, установленным перед парой трения, обеспечивает уменьшение массы загрязнений, поступающих в зазор, одновременно модифицируя дисперсный состав загрязнений. Изменение дисперсного состава загрязнений определяется коэффициентом отфильтровывания φ_x частиц загрязнений размером x , который может быть определен по формуле:

$$\varphi(x) = 1 - (1 + b \cdot x) \cdot e^{-b \cdot x}, \quad (17)$$

где $b = 1,619/d_{0,5}$ - параметр, выраженный через 50% тонкость фильтрации $d_{0,5}$, соответствующей размеру частиц, 50% которых задерживается фильтром.

Уравнение (16) для случая очистки топлива единичным фильтром примет вид:

$$I = \frac{k_{n0}}{\beta} \cdot V \cdot c_0 \cdot \lambda \cdot (1 - e^{-\beta \cdot \tau}) \cdot \left[\frac{2 \cdot \alpha \cdot a_m^2}{(\alpha + a_m + b)^3} + \frac{6 \cdot \alpha \cdot a_m^2 \cdot b}{(\alpha + a_m + b)^4} \right]. \quad (18)$$

В случае очистки жидкости двумя последовательно установленными фильтрами образующими систему очистки изменение массы и дисперсного состава загрязнений, поступающих в зазор, определяется как эффективностью каждого из элементов системы, так и воздействию фильтра первой ступени на работу фильтра второй ступени. Коэффициент отфильтровывания φ_{xc} системой частиц размером x с учетом изложенного выше будет:

$$\varphi_{xc} = 1 - (1 + b_1 \cdot x) \cdot e^{-b_1 \cdot x} \cdot (1 + b_2 \cdot x) \cdot e^{-b_2 \cdot x}, \quad (19)$$

где $b_1 = 1,679/d_{0,5(1)}$; $b_2 = 1,679/d_{0,5(2)}$ - соответствующие параметры фильтров первой и второй ступеней очистки.

Тогда по аналогии с (18):

$$И = \frac{k_{и0}}{\beta} \cdot V \cdot c_0 \cdot \lambda \cdot (1 - e^{-\beta \cdot \tau}). \quad (20)$$

$$\cdot \left[\frac{2 \cdot \alpha \cdot a_m^2}{(\alpha + a_m + b_1 + b_2)^3} + \frac{6 \cdot \alpha \cdot a_m^2 \cdot (b_1 + b_2)}{(\alpha + a_m + b_1 + b_2)^4} + \frac{24 \cdot \alpha \cdot a_m^2 \cdot b_1 + b_2}{(\alpha + a_m + b_1 + b_2)^5} \right]$$

Уравнение (20) представляет собой вариант математической модели абразивного износа плунжерных пар с учетом двухступенчатой очистки жидкости фильтрованием. Оно позволяет также получить характеристику безразмерной интенсивности изнашивания I в начале процесса.

Обозначив в уравнении (20) $U_{max} = k_{и0} \cdot c_0 \cdot V$ - максимальную скорость изнашивания, а $\bar{U} = U/U_{max}$, тогда:

$$\bar{I} = \left(\frac{d\bar{U}}{d\tau} \right) = \lambda \cdot \left[\frac{2 \cdot \alpha \cdot a_m^2}{(\alpha + a_m + b_1 + b_2)^3} + \frac{6 \cdot \alpha \cdot a_m^2 \cdot (b_1 + b_2)}{(\alpha + a_m + b_1 + b_2)^4} + \frac{24 \cdot \alpha \cdot a_m^2 \cdot b_1 + b_2}{(\alpha + a_m + b_1 + b_2)^5} \right]. \quad (21)$$

Одним из перспективных направлений повышения эффективности очистки топлива является применение в ФТО комбинированных фильтрующих элементов имеющих две ступени очистки. Подбор ступеней очистки может быть выполнен путем сравнительного анализа и подбора комбинаций фильтровальных бумаг (или картонов) основанного на оценке безразмерной интенсивности износа плунжерных пар ТНВД используя уравнение (21). На рисунке 1 приведена номограмма безразмерной интенсивности износа в зависимости от номинальной (95% - й) тонкости фильтрации ступеней комбинированного двухступенчатого фильтрующего элемента.

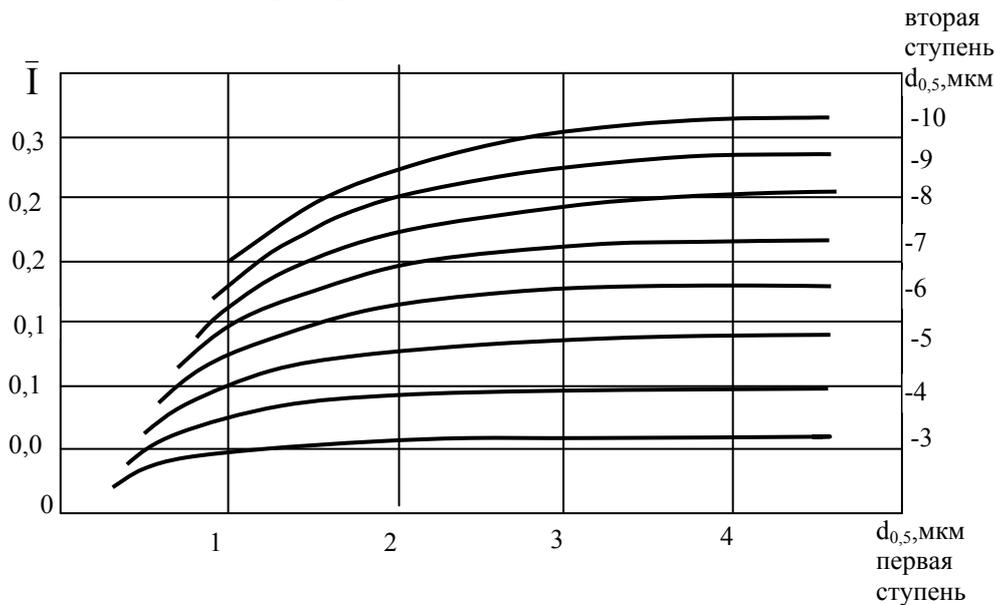


Рисунок 1 - Номограмма безразмерной интенсивности износа в зависимости от номинальной тонкости фильтрации

Анализ результатов расчетов показывает, что установка фильтров имеющих две ступени очистки в целом позволяет заметно снизить интенсивность износа плунжерных пар ТНВД. При этом определяющим является тонкость фильтрации второй ступени очистки. Так, при тонкости фильтрации первой ступени 40 мкм и второй ступени 3 мкм интенсивность износа составляет 0,059, а при той же тонкости первой ступени, а тонкости второй 10 мкм интенсивность износа составляет 0,311 или возрастает в 5,27 раза. С повышением тонкости фильтрации первой ступени очистки интенсивность износа также снижается. Однако ее влияние при различных комбинациях ступеней различно. Так, при тонкости фильтрации второй ступени 3 мкм, а первой ступени 40 мкм интенсивность износа составляет 0,059, а при тонкости фильтрации обеих ступеней очистки 3 мкм интенсивность износа снижается до 0,022 или в 2,68 раза. При тонкости фильтрации второй ступени 10 мкм, а первой ступени 40 мкм ин-

тенсивность износа составляет 0,311, а при тонкости фильтрации обеих степеней по 10 мкм интенсивность износа снижается до 0,196, т.е. только на 47%. В целом влияние дополнительной ступени очистки с повышением тонкости фильтрации второй ступени заметно снижается. Так для фильтра имеющего тонкость фильтрации второй ступени 3 мкм повышение тонкости фильтрации первой ступени с 40 до 20 мкм практически не оказывает влияние на интенсивность износа плунжерных пар ТНВД.

На рисунке 2 приведен график зависимости безразмерной интенсивности износа плунжерных пар при использовании в комбинированном фильтрующем элементе (ФГО) фильтровальных бумаг и картонов марок БТ-3П, БТ-5П, БТ-10, БТ-15П, БФМ и КФМ, имеющих номинальную (95%) тонкость фильтрации 3..20 мкм.

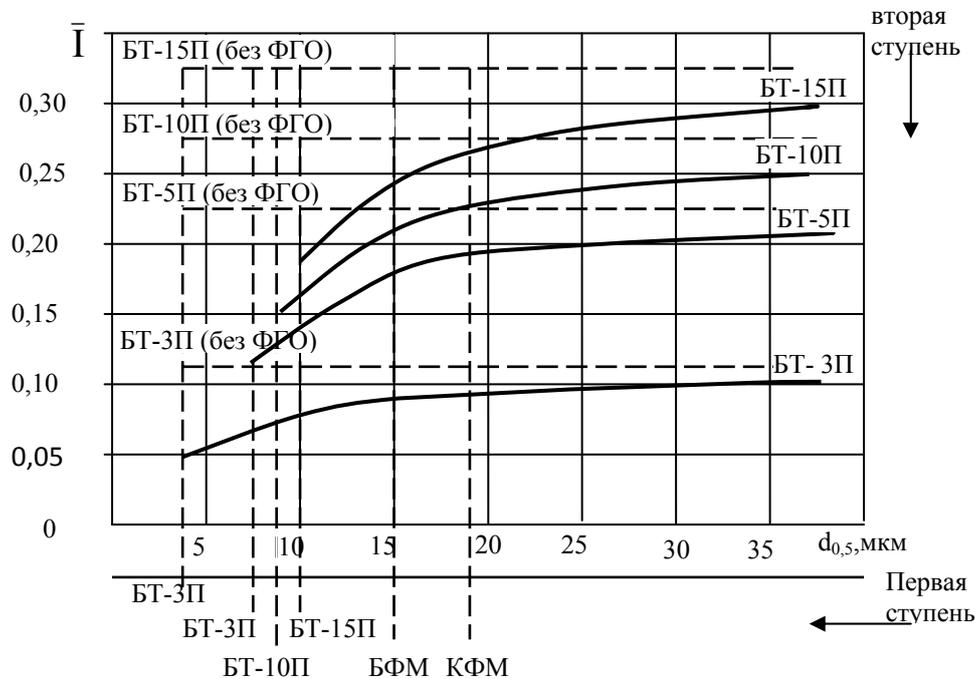


Рисунок 2 - Зависимость интенсивности изнашивания от типов фильтровальных бумаг

Анализ расчетных кривых, приведенных на рисунке 2, позволяет оценить интенсивность износа плунжерных пар при различных вариантах компоновки ступеней фильтрующих элементов. Так, например, при установке одиночного фильтра с элементом, выполненным из бумаги БТ-3П значение параметра $\bar{I} = 0,11$, а при установке перед ним дополнительной ступени очистки с элементом из бумаги БТ-10П значение параметра $\bar{I} = 0,07$. Таким образом, интенсивность износа плунжерных пар при двухступенчатой очистке будет в 1,57 раза ниже, чем при одноступенчатой. При использовании в качестве дополнительной ступени очистки фильтра с элементом из картона марки КФМ параметр $\bar{I} = 0,1$, следовательно, интенсивность износа снизится в 1,1 раза. Аналогично могут быть рассмотрены и иные варианты очистки.

Заключение. Таким образом, изложенный метод позволяет оценить влияние различных комбинаций фильтрующих материалов на интенсивность износа плунжерных пар ТНВД и учесть результаты анализа при проектировании систем питания дизельных двигателей.

Список использованных источников

1. Удлер Э.И. Математическое моделирование абразивного изнашивания возвратно-поступательно движущихся пар трения механизмов машин/ Э.И. Удлер, Г.Г. Петров, Д.Е. Пивнев, А.В. Лысунец//Вестник ТГАСУ, 2002.-с.162-170.
2. Петров Г.Г. Системные закономерности очистки топлива в двигателях дорожных машин/ Г.Г. Петров, А.В. Лысунец// Автомобиль и техносфера: Труды III Международной научно-практической конференции – Казань:2003. – с.308-316.
3. Удлер Э.И. Системные закономерности очистки топлива в дизельных двигателях/ Э.И. Удлер, Г.Г. Петров, А.В. Лысунец// Транспортные системы Сибири: Материалы II Всероссийской научно-технической конференции – Красноярск, 2004.-с.149-151.

ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ АВТОМАТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ДОРОЖНЫМ ДВИЖЕНИЕМ В РОССИИ

Александр Н.Ю.

*ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», магистрант,
e-mail: Ntl5tia@gmail.com*

Гавриков В.А.

*ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», доцент, кандидат
экономических наук, доцент кафедры «Техника и технологии автомобильного транспорта»,
e-mail: gamtby-87@mail.ru*

За последние 10 лет число автомобилей в Российской Федерации увеличилось в два раза, превысило 53 млн. единиц и продолжает расти. Мы постепенно приближаемся к средневропейскому уровню – порядка 500 автомобилей на 1000 жителей. Этот рост вызвал ряд проблем, связанных с увеличением загрузки улично-дорожной сети (УДС), особенно в мегаполисах. Существенно снизилась скорость сообщения, ухудшились режимы движения, появились перегрузки, увеличились выбросы загрязняющих веществ в атмосферу и уровень транспортного шума, возросло количество дорожно-транспортных происшествий. Иными словами, ухудшилось качество дорожного движения, поэтому актуальнейшей задачей является эффективное повышение этого качества.

В последнее время словосочетание «интеллектуальные транспортные системы» (Intelligent Transport Systems) и соответствующие аббревиатуры ИТС и ITS широко используются в программно-целевых, политических и стратегических документах большинства стран. Интеллектуальные транспортные системы (ИТС) – это комплекс современных интегрированных информационно-коммуникационных систем и 70 технологий, а также средств автоматизации с транспортными средствами, транспортной инфраструктурой и пользователями, которые ориентированы на повышение безопасности и эффективности транспортного процесса, комфортности для водителей и пользователей транспорта [2].

В условиях устоявшейся дорожной ситуации, а также с учетом экономической составляющей, наиболее эффективным при заданном уровне финансовых ресурсов является применение современных систем детектирования, анализа, управления, а также прогнозирования распределения транспортных потоков. Как правило, такие системы могут состоять из элементов наблюдения и управления дорожной системой и алгоритмов, управляющих этими элементами и определяться как автоматизированные системы управления дорожным движением (АСУДД).

Первое экспериментальное использование АСУДД произошло в крупнейшем городе Канады – Торонто, в 1959 году [1]. Сразу же были отмечены эффективные результаты, и в 1963 году в этом городе стала действовать крупная система, обслуживающая около тысячи перекрестков. Результатом ввода первой АСУДД в Торонто стали:

- снижение задержек автомобилей у перекрестков на 20%;
- снижение количества остановок на 25%;
- уменьшение случаев ДТП на 15%;
- повышение средней скорости передвижения на 30%.

В Москве первая отечественная АСУДД была внедрена в 1968 году. С ее помощью задержки в регулируемом районе снизились на 25%, а затраты на создание и внедрение системы окупались за 8 месяцев, очередной раз подтвердив высокую эффективность использования данной системы.

В данный момент, в Российской Федерации насчитывается около 40 тыс. подключенных объектов интеллектуальных транспортных систем (ИТС), среди которых более 6 тыс. светофорных объектов, более 8 тыс. детекторов мониторинга условий дорожного движения, что в общей сложности образует более 80 АСУДД в крупных и средних городах на отдельных участках автодорог федерального значения. По мнению аналитического агентства J'son & Partners Consulting, количество объектов ИТС вырастет примерно в два раза к 2025 году.

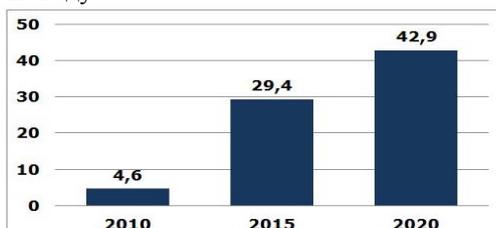


Рисунок 1 – Общее количество подключенных устройств в России в сегменте ИТС в 2010-2020 гг. [3].

Сегодня в России большинство городов используют зарубежные системы АСУДД. Например, в Казани используется австралийская система регулирования светофоров, которая называется SCATS, метод управления, который происходит в режиме on-line. В Воронеже - японская «Артеми́с» от Kyosan Electric. Связано, это с тем, что данные системы гораздо эффективнее выполняют свои функции, чем отечественные. В отечественных АСУДД автоматизация сбора информации теоретически возможна, но практически не используется ввиду малого количества датчиков и их низкой надежности, во многом обусловленной некачественным дорожным покрытием и примитивной технологией их установки. Автоматизированные методы расчета управляющих параметров используются весьма ограниченно ввиду отсутствия на Российском рынке должного программного обеспечения.

В современной практике существует четыре поколения АСУДД:

1. Расчет управляющих параметров и ввод их в АСУДД выполняются вручную.
2. Расчет управляющих параметров автоматизирован, ввод их в АСУДД выполняется вручную.
3. Расчет управляющих параметров и ввод их в АСУДД автоматизированы.
4. Расчет управляющих параметров и ввод их в АСУДД автоматизированы. Управление производится в реальном времени.

В целом необходимо отметить, что за границей большинство АСУД уже модернизированные и соответствуют третьему поколению, согласно вышеприведенной классификации, а также существуют АСУД четвертого поколения. В России распространение получили только АСУД первого и второго поколения [4]. Это вызвано как фактором высокой стоимости систем третьего и четвертого поколения (заметим, что затраты на их создание быстро бы окупались), так и отсутствием отечественных программно-технических разработок в данном направлении. При этом внедрение АСУД за рубежом осуществляется комплексно, на основе рациональных решений в отдельных регионах.

Вместе с тем, внедрение современных АСУДД – это сложный технологический процесс, требующий как экономических затрат, так и уровня высокой квалификации разработчиков данных систем и соответствующих служб эксплуатации. Эти ресурсы будут израсходованы нерационально, если системы АСУДД не будут соответствовать своему назначению, определенному с учетом специфики местностей, где они внедряются. Поэтому вопрос разработки обоснованных технических требований к АСУДД является важнейшим, и особенно для Российской Федерации, где имеется значительная неравномерность в развитии транспортных инфраструктур по регионам. Очень существенно влияют и историко-архитектурные особенности, особенно в городской застройке: известно, что топология российских городов отличается от европейской или иной.

Также стоит выделить технические проблемы внедрения АСУДД:

- отсутствие стандартов высшего уровня (пока разработаны только стандарты нижних уровней);
- при большом скоплении связанных автомобилей имеет место лавинообразное нарастание количества исходных данных для анализа, что приводит к ошибкам и медлительности работы бортовых устройств;
- не проработаны решения в части изучения влияния помех (например, нелегальных Wi-Fi-устройств) на работу кооперативных ИТС;

Таким образом, российский рынок может предложить обширный спектр систем управления дорожным движением, однако большинство систем не обладают комплексным подходом к управлению транспортными потоками, а ввод данных выполняется вручную. Для повышения эффективного качества работы АСУДД в России необходимо:

- увеличение количества квалифицированных специалистов в области инновационных разработок в моделировании транспортных систем и регулировании транспортных потоков;
- разработка и введение национальной программы по развитию ИТС в России;
- развитие новых отечественных систем управления движением, обеспечение комплексного подхода к управлению движением;
- привлечение сторонних инвесторов для приобретения оборудования и программного обеспечения.

Список использованных источников

1. Воробьев А.И., Гаврилюк М.В. Методика определения мест установки системы фото- и видеофиксации и дополнительных элементов инфраструктуры // Вестник МАДИ. 2013. № 2 (33). С. 82–87.
2. Гуськов А. А. Информационные технологии на транспорте [Электронный ресурс]: учебное пособие / А. А. Гуськов, В. А. Молодцов, Н. В. Пеньшин. – Тамбов: Изд-во ФГБОУ ВПО «ТГТУ», 2014. – 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). – Системные требования: ПК не ниже класса Pentium II; CD-ROM-диск 23,4 Mb; Windows 95/98/XP; мышь. – Загл. с экрана.
3. Международная консалтинговая компания J'son & Partners Consulting, url: <https://www.json.ru/>
4. Полозова А.В. Проблемы внедрения автоматизированной системы управления дорожного движения в улично-дорожную сеть города // Международный научный журнал «Инновационная наука» №12-2/2016 С. 96-97.

ПРОБЛЕМЫ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ТРАНСПОРТНЫХ ПОТОКОВ НА УЛИЧНО-ДОРОЖНОЙ СЕТИ ГОРОДОВ

Галушина Е.А.,

*ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», магистрант
e-mail: len.galushina2012@yandex.ru*

Гавриков В.А.,

*ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», доцент, к.э.н. доцент кафедры
«Техника и технологии автомобильного транспорта»
e-mail: gamtby-87@mail.ru*

Транспорт является одним из важнейших элементов материально-технической базы отечественного производства и необходимым условием функционирования современного индустриального общества; он прочно вошел в нашу жизнь, оказывая положительное влияние на экономику, создавая удобство и комфорт для людей, но есть и ряд негативных явлений.

Проблема обеспечения безопасности и организации дорожного движения привлекает большое внимание в связи с быстрым ростом автопарка страны и растущей насыщенностью городов автомобильным транспортом, а также в связи со значительными материальными потерями в результате дорожно-транспортных происшествий [5]. Безопасность дорожного движения является одной из важнейших социально-экономических и демографических задач Российской Федерации. Авария на автомобильном транспорте наносит огромный материальный и моральный ущерб. Дорожно-транспортный травматизм приводит к тому, что люди трудоспособного возраста исключаются из сферы производства.

Обеспечение безопасности дорожного движения включает в себя меры, направленные на предотвращение причин дорожно-транспортных происшествий и снижение степени их последствий. Решение проблем обеспечения безопасности дорожного движения занимает особое место среди важнейших социально-экономических проблем.

Заметное повышение уровня загруженности автомобильных дорог, в основном в крупных городах и на подходах к ним, является одной из наиболее серьезных проблем, препятствующих устойчивому развитию транспортной системы страны. Следствием этого является снижение скоростей связи, регулярное возникновение заторов и высокая аварийность [4].

Транспортные потоки неравномерно распределены по всему городу. В некоторых районах, обычно расположенных в центральной части города, потоки имеют большие масштабы и степень концентрации, что приводит к перезагрузке городских коммуникаций, возникновению транспортных заторов, усложняет работу общественного транспорта, социальных и коммунальных служб [3].

Современные города испытывают большие трудности в решении проблем жизнеобеспечения своих жителей. Главный принцип логистики: входящие и исходящие потоки не должны пересекаться, они должны быть распределены в пространстве или времени. Стремительное развитие личного автомобильного транспорта приводит к пробкам или пробкам на дорогах, так как транспортные потоки не только пересекаются, но и перекрываются. Ведущие ученые в области транспорта, логистики, экономики занимаются проблемами организации транспортных потоков, но до сих пор остается много нерешенных проблем.

Отчасти это обусловлено рядом объективных факторов социально-экономического характера. С каждым годом увеличивается диспропорция между темпами развития и реконструкции дорожно-уличной сети, техническими средствами, используемыми для организации движения и увеличения интенсивности движения, а также скоростными характеристиками автомобилей. Несмотря на значительный рост автопарка, пропускная способность улиц и дорог остается практически неизменной. Главные улицы и магистрали перегружены, периодически возникают задержки в движении транспорта [6]. Темпы автомобилизации значительно опережают темпы дорожного строительства. Основными недостатками существующей дорожной инфраструктуры российских городов являются несовершенство дорожной сети городов. Расширение транспортной сети зачастую невозможно, как из-за особенностей градостроительства, так и из-за нехватки материальных ресурсов [1]. Поэтому актуальной задачей является оптимальное распределение транспортных потоков по существующей транспортной сети.

Чаще всего люди используют основные улицы для передвижения из-за того, что данные маршруты более привычны и знакомы, поэтому подсознательно едут по ним. Вследствие чего стоят в пробках. В ряде случаев это происходит по причине того, что не знают иных маршрутов, по которым мож-

Понимание путей увеличения пропускной способности означает понимание вопросов о том, когда и где накапливаются транспортные потоки и куда они привлекаются, как формируется спрос и удовлетворяется предложение в транспортных движениях, как взаимодействуют транспортная инфраструктура и планировочная структура города; каковы потребности, предпочтения и поведение тех, кто совершает поездки.

Список использованных источников

1. Анохин С.А. Инфраструктура автотранспортного комплекса [Электронный ресурс]: учебное пособие / С.А. Анохин, Н.Ю. Залукаева, А.А. Гуськов, В.А. Гавриков. – Тамбов. Издательство ФГБОУ ВО "ТГТУ", 2018. С.17.
2. Гавриков В.А. Повышение эффективности расчета программы координированного управления дорожным движением // Современная наука: теория, методология, практика. Материалы 1-ой Всероссийской научно-практической конференции. 26-27 ноября 2019 г., - Тамбов : ТГТУ, 2019 - С. 222-225.
3. Гуськов А.А. Экологическая безопасность на транспорте [Электронный ресурс]: пособие/ А.А. Гуськов, Н.Ю. Залукаева, В.С. Горюшинский. - Тамбов. Издательство ФГБОУ ВО "ТГТУ", 2018. С.6.
4. Клишковштейн, Г.И. Организация дорожного движения: Учеб. Для вузов/ Г.И. Клишковштейн. – Москва: Транспорт, 2001. – 247 с.
5. Пеньшин Н.В. Обеспечение безопасности дорожного движения на автомобильном транспорте: учебное пособие /Н.В. Пеньшин, В.А. Молодцов, В.С. Горюшинский – Изд-во: ФГБОУ ВПО «ТГТУ», 2012 – 115 с.
6. Пугачев И.Н. Организация движения автомобильного транспорта в городах: учеб. Пособие/ И.Н. Пугачев – Хабаровск: Изд-во Тихоокеанского гос. ун-та, 2005. – 196 с.

УДК 629.113

73.31.41: Техническая эксплуатация и ремонт средств автомобильного транспорта. Автосервис

ПРОБЛЕМЫ ДИАГНОСТИРОВАНИЯ ЦИЛИНДРО-ПОРШНЕВОЙ ГРУППЫ ДВИГАТЕЛЯ

Лавренченко А.А.,

ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет» - к.т.н., доцент кафедры «Техника и технологии автомобильного транспорта» ул. Мичуринская 112Д, г.Тамбов, Тамбовская область 392000 Россия, e-mail: Anatoliy_658@mail.ru

Кумарин В.В.,

ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», магистрант, ул. Мичуринская, 112, корп. Д, г. Тамбов, Тамбовская область, 392032, Россия

Четвертков А.В.,

ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», магистрант, ул. Мичуринская, 112, корп. Д, г. Тамбов, Тамбовская область, 392032, Россия

Современный двигатель внутреннего сгорания (ДВС) относится к самым сложным агрегатам любой автомобильной техники. Из всего количества неисправностей двигателя наибольшее число приходится на его кривошипно-шатунный механизм (КШМ), выполняющий функцию преобразования прямолинейного возвратно-поступательного движения поршней во вращательное движение коленчатого вала. Среди всех элементов КШМ наиболее важным является цилиндро-поршневая группа, от технического состояния которой, с одной стороны, зависит мощность двигателя, с другой стороны, она наиболее активно подвержена износу и требует соответствующего диагностического контроля. Поэтому диагностирование цилиндро-поршневой группы (ЦПГ) и герметичности клапанов бензиновых двигателей является одним из главных факторов обеспечения их эффективности эксплуатационной надёжности. В этой связи, оценка технического состояния ЦПГ находится в зоне пристального внимания специалистов диагностов [1].

Проблематика вопроса диагностирования цилиндро-поршневой группы и герметичности клапанов бензиновых двигателей существует давно и обусловлена трудностями постановки технического диагноза и разграничения неисправностей. На это указывается разными учеными, в разное время, в частности, Ариным И.Н., Боковым В.Л., Борц А.Д., Говорущенко Н.Я., Грачевым В.А., Закиным Я.Х., Мирошниковым Л.В. и др.

В технической литературе проблемы диагностирования автомобиля коррелируются со сложностями получения достоверного диагноза о техническом состоянии ЦПГ бензинового двигателя без его разборки, что обусловлено рядом причин: сложностью конструкции двигателя внутреннего сгорания (ДВС), сложностью процесса превращения тепловой энергии в механическую работу. При этом, ЦПГ и клапаны двигателя являются наиболее нагруженными элементами [2,3].

Основными факторами, воздействующими на изменение технического состояния ЦПГ двигателя, являются высокое давление 3-5 МПа и высокая температура газов до 2500°K внутри цилиндра, а так же перекадка поршня в окрестностях его верхней мертвой точки (ВМТ) (рисунок 1).

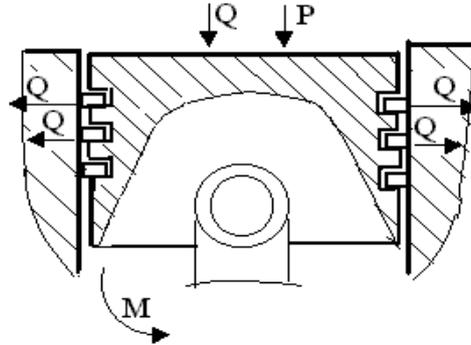


Рисунок 1 - Основные факторы, воздействующие на изменение технического состояния ЦПГ двигателя
P – давление; Q – потоки тепловой нагрузки; M – момент, вызывающий перекачку поршня

Наибольшая нагрузка при этом воспринимается верхним компрессионным кольцом, поршневой перегородкой под этим кольцом и верхним поясом цилиндра. Рост давления при сгорании приводит к существенному увеличению усилия прижатия кольца к поверхности цилиндра и нижней поверхности канавки поршня. При этом через верхнее компрессионное кольцо отводится до 50-60% всего выделенного тепла. Чтобы обеспечить передачу тепла через кольцо, необходимо точное прилегание кольца к канавке поршня и к поверхности цилиндра. Учитывая, что верхнее компрессионное кольцо при работе испытывает большее масляное голодание, чем другие кольца можно свидетельствовать о росте износа как самого кольца, так верхнего пояса цилиндра.

При приближении поршня к ВМТ под действием силы давления газов, растет сила трения между бобышками поршня и поршневым пальцем, что вызывает, так называемую, перекачку поршня. Перекачка поршня вблизи ВМТ, в зависимости от степени износа и угла опережения зажигания, происходит с сильным ударным импульсом, дополнительно нагружающим ЦПГ. Конструктивно момент начала перекачки и скорость перекачки поршня зависят от величины смещения оси поршневого пальца. В работе [3] содержится обоснование снижения износа гильзы цилиндра в верхнем поясе и уменьшения износа кольца, соответственно на 23% и 28%. Тем не менее, проблема износа сохраняется, а, значит, контроль над ним.

На рисунке 2 представлен износ элементов ЦПГ. Из-за присущих в результате эксплуатации нагрузок верхнее компрессионное кольцо имеет профиль поперечного сечения с несимметричной боковой поверхностью и небольшой вогнутостью на торцах. Нижняя поверхность канавки поршня приобретает конический профиль с округленным краем, а на стенке цилиндра, в окрестностях ВМТ, появляется характерная выработка.

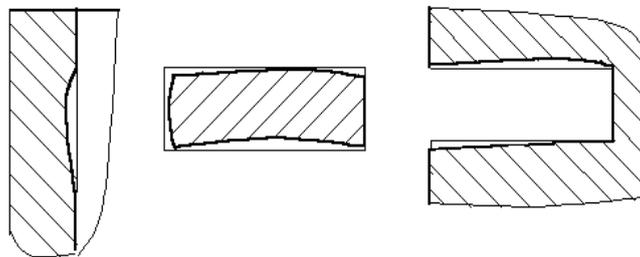


Рисунок 2 - Характерный износ деталей ЦПГ

При несвоевременном устранении таких неисправностей цилиндро-поршневая группа продолжит разрушаться: неминуемо произойдет излом поршневых колец и создадутся задиры на поверхности цилиндра.

Согласно ГОСТ 20911–89 техническое состояние объекта характеризуется в определенный момент времени, при определенных условиях внешней среды, значениями параметров, установленных технической документацией на объект. Определение технического состояния осуществляется в процессе диагностирования, одной из задач которого является его контроль. Видами технического состояния являются, например, исправное, работоспособное, неисправное, неработоспособное и т.п. в зависимости от значений параметров в данный момент времени [4].

Цилиндро-поршневая группа испытывает во время эксплуатации повышенные тепловые и механические нагрузки, следствием которых являются изменения технического состояния двигателя. ЦПГ признается исправной, если все ее составляющие, способны выполнять заданную функцию с параметрами, установленными требованиями технической документации. Отказ – это уже нарушение работоспособности, неисправное состояние ЦПГ, что приводит к нарушению герметичности камеры сгорания, попаданию в неё масла, падению в ней давления сжатия и прорыву газов в картер двигателя.

Двигатели современных автомобилей, в большей части, многоцилиндровые [2]. Поэтому, при выходе из рабочего состояния какого-либо из них, еще не происходит полная потеря работоспособности всего агрегата. Если эксплуатация двигателя с неисправным, но работоспособным двигателем продолжится, то, как результат ухудшаются конструктивные и эксплуатационные показатели, например, мощность двигателя, характеристика крутящего момента, нормативный расход топлива и смазочных материалов.

В межгосударственном стандарте [4] не прописаны критерии нарушения работоспособности двигателя автомобиля, поэтому, считаем полезным применение следующих показателей: уплотнение надпоршневого пространства, не допускающего пуск двигателя; количество газов, прорывающихся в картер и превышающее возможности системы вентиляции по их удалению [5].

Таким образом, ЦПГ двигателя, является сложным объектом диагностирования, в котором количество сопрягаемых деталей пропорционально числу цилиндров, а сложность процессов, обусловленных превращением тепловой энергии в механическую, уменьшает возможность использования точных аналитических зависимостей. Непосредственный доступ к структурным параметрам ЦПГ ограничен. Задача диагностирования ЦПГ сводится к установлению принадлежности технического состояния одному из двух вариантов – исправному и работоспособному или неисправному, но работоспособному, а также распознаванию и локализации места неисправности.

Список использованных источников

1. Доровских Д.В., Сергиенко К.А., Чернопяттов П.Н. Особенности диагностирования технического состояния цилиндро-поршневой группы автомобильного двигателя // Проблемы экономичности и эксплуатации автотракторной техники: Материалы Международного научно-технического семинара имени В.В. Михайлова. – Вып.32. – Саратов: Амирит, 2019. – с.172-175.
2. Доровских Д.В., Сергиенко К.А., Чернопяттов П.Н. Датчик для измерения давления внутри цилиндра автомобильного двигателя // Проблемы экономичности и эксплуатации автотракторной техники: Материалы Международного научно-технического семинара имени В.В. Михайлова. – Вып.32. – Саратов: Амирит, 2019. – с.176-180.
4. Крестин Е.А. Диагностика машин и оборудования: Уч. пособие/Е.А.Крестин, И.Е.Крестин.- СПб. : Лань, 2016.-376с.
5. ГОСТ 20911 – 89 Техническая диагностика. Термины и определения.(утвержден Постановлением Госкомитетом СССР по управлению качеством продукции и стандартам от 26.12.89 N 4143, переиздан в ноябре 2009г.).
6. Ананьин, А.Д. Диагностика и техническое обслуживание машин [Текст]: учебник для студентов высш. учеб. заведений/А.Д. Ананьин, В.М. Михлин, И.И. Габитов и др. – М.: Изд. центр «Академия», 2008. – 438с.- ISBN 978-5-7695-3985-5.

СОВРЕМЕННЫЕ СРЕДСТВА ДИАГНОСТИКИ ЦПГ ДВИГАТЕЛЯ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ

Лавренченко А.А.,

ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет» - к.т.н., доцент кафедры «Техника и технологии автомобильного транспорта» ул. Мичуринская 112Д, г. Тамбов, Тамбовская область 392000 Россия, e-mail: Anatoliy_658@mail.ru

Кумарин В.В.,

ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», магистрант, ул. Мичуринская, 112, корп. Д, г. Тамбов, Тамбовская область, 392032, Россия

Четвертков А.В.,

ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», магистрант, ул. Мичуринская, 112, корп. Д, г. Тамбов, Тамбовская область, 392032, Россия

В Межгосударственном стандарте [1] содержится следующее определение системы технического диагностирования (контроля технического состояния) – это совокупность средств, объекта и исполнителей, необходимая для проведения диагностирования (контроля) по правилам, установленным в технической документации.

В практике диагностирования цилиндро-поршневой группы (ЦПГ) двигателя чаще всего используются средства для оценки герметичности надпоршневого пространства. Это компрессометр, компрессограф, прибор, оценивающий утечку сжатого воздуха из цилиндров и мотортестер.

Диагностирование по максимальному давлению такта сжатия (компрессии) осуществляется с помощью компрессографа или компрессометра. Компрессограф позволяет протоколировать результаты измерений путем графического отображения величин компрессии на специальных сменных картах.

Компрессометр представляет собой манометр с обратным клапаном. Он позволяет измерить конечную величину давления, показывает, в некоторой мере, динамику нарастания давления в течение нескольких оборотов коленчатого вала. Полученные численные значения величин давления каждого цилиндра сравнивают между собой. Расхождение в измерениях не должно превышать 10 %. Информация, получаемая с помощью этого нехитрого прибора, безусловно, важна и необходима, но все-таки недостаточна для выявления причин, вызывающих отклонения величины компрессии в цилиндрах от номинальных значений.

Недостатки компрессометра известны, у прибора большая погрешность (до 10%). Кроме того, его нетрудно обмануть: масло, которое остается на стенках цилиндра при изношенном скребке маслоъемного кольца, уплотняет компрессионные кольца, а излишнее количество топлива размывает масляный клин, уменьшая величину компрессии. В таких случаях показания прибора могут не совпадать с реальностью. Также, на показатели компрессии влияют пусковые обороты коленчатого вала и температура двигателя. При разряженном (севшем) аккумуляторе, потеря компрессии составляет в среднем 1-1,5 атм. Кроме того, на показатели компрессии изношенной ЦПГ сильное влияние будут оказывать такие факторы, как сопротивление во впускном патрубке, температура масла, паразитный объем переходного устройства (ПУ) и т.д.

В работе [2] автором указано, что наиболее достоверно можно определить состояние ЦПГ по изменениям компрессии. Однако, имеющиеся на сегодняшний день в отечественной практике диагностирования приборы не эффективны для определения изменения компрессии в зависимости от состояния ЦПГ. Это объясняется тем, что они по своей конструкции чувствительны к пульсациям давлений и позволяют замерять его с точностью $\pm 0,5 - \pm 1,5 \cdot 10^5$ Па, тогда как давление в конце такта сжатия в зависимости от износа ЦПГ меняется незначительно - до 1 - $1,5 \cdot 10^5$ Па.

С лучшей результативностью и быстрее осуществляется проверка величины компрессии мотортестерами. С их помощью измеряется амплитуда пульсаций тока, потребляемого стартером при прокрутке коленчатого вала. Наиболее дорогостоящие из этих средств способны измерять абсолютное значение пика тока на каждый цилиндр, и сопоставлять их с действительным давлением. Преимущество мотортестеров - в скорости тестирования, одновременно ведется измерение давления по всем цилиндрам в течение 10-15 с, не требуется выкручивать свечи, что полезно при диагностике многоцилиндровых двигателей. Недостатки мотортестера, как и у компрессометра сводятся к тому, что эти средства не обеспечивают поиск причины, вызывающей падение давления в цилиндре.

Для диагностики ЦПГ и клапанного механизма известен способ, основанный на относительной утечке воздуха через зазоры, величина которых зависит от степени изношенности сопряжений. Относительную утечку воздуха через зазоры измеряют прибором модели К-69М. Этим прибором определяют техническое состояние ЦПГ, клапанов газораспределения и прокладки головки блока цилиндров методом замера утечки воздуха, вводимого в цилиндр через отверстие свечи зажигания или форсунки, при неработающем двигателе. Прибор пригоден для диагностирования двигателей с диаметром цилиндров от 30 до 130 мм, работает от сети сжатого воздуха давлением 0,4–0,6 МПа (4–6 кгс/см²).

Относительную неплотность ЦПГ проверяют при установке поршня проверяемого цилиндра в двух положениях – в начале и конце такта сжатия. Фиксирование поршня от движения под давлением сжатого воздуха осуществляется включением передачи в коробке передач автомобиля. Такт сжатия определяется свистком сигнализатором, вставленным в отверстие свечи (форсунки). Состояние цилиндров и клапанов определяется сравнением полученных замеров утечки воздуха с табличными данными. При изношенных деталях цилиндропоршневой группы (особенно поршневых колец) будет явно слышен шум воздуха, прорывающегося в маслозаливную горловину из картера. При неплотности клапанов заметно колеблется пушинка индикатора, вставляемого в отверстие свечи одного из цилиндров, где открыты в данном положении клапаны.

На полную проверку двигателя прибором необходимо затратить 20 мин., причем, как показывает опыт работы многих исследователей, полученные результаты не всегда достаточно достоверны и не превышают 50 % [3].

Применение способа диагностирования по прорыву газов в картер предполагает замер давления в картере, которое осуществляется с помощью манометра. Величина прорыва газов в картер зависит от износа деталей ЦПГ двигателя и соответствует пробегу автомобиля. При неисправной ЦПГ давление газов в картере повышается до 80–160 мм рт.ст. [4]. При замере давления или количества прорвавшихся газов картер двигателя нужно герметизировать. Объем прорывающихся газов измеряют газовым счетчиком или расходомером. Газовые счетчики обладают значительной погрешностью, например, ГКФ до 10–20% [5].

Более точным прибором для измерения газов, прорывающихся в картер, является расходомер КИ–4887-1. Принцип действия этого прибора основан на зависимости количества газов, проходящих через дроссельный расходомер, от площади проходного сечения дросселирующего отверстия при заданном перепаде давления в дифференциальном манометре. Прибором выявляют состояние каждого цилиндра двигателя. Расход газов определяют в период работы двигателя на номинальной частоте вращения холостого хода и при нормальном тепловом режиме. Предварительно, после пуска и кратковременной работы на холостом ходу, двигатель должен быть прогрет до температуры 65–90 °С.

Недостатком этого средства диагностирования ЦПГ является невозможность локализации неисправности по цилиндрам.

Как показывает практика технического обслуживания и ремонта автомобильных двигателей существующие средства диагностирования, оценивающие герметичность камеры сгорания, не позволяют быстро, точно и однозначно определить характер неисправности ЦПГ, локализовать неисправность и установить причину. При этом характер диагностического заключения во многом определяется опытом оператора и имеет субъективный характер.

Цилиндро-поршневая группа (ЦПГ) на 80 % определяет ресурс до первого ремонта двигателя внутреннего сгорания. Для обеспечения поддержания его на высоком уровне необходимо совершенствование методов и средств технического диагностирования. Потребность в технической диагностике ЦПГ повысилась в связи с расширением «безразборного восстановления» сопряжений ДВС.

Создано немало методов и средств диагностики ЦПГ: пневмокалибратор К-69М Новгородского завода «ГАРО» и его модернизации К-272М. Особенно популярны различные отечественные и зарубежные компрессометры и компрессографы для бензиновых ДВС, в которых степень сжатия меньше, чем в дизелях, и стартерный пуск резко сокращает трудоемкость контроля.

Расширяется контроль разрежения в камере сгорания (КС), создаваемого при прокрутке коленчатого вала ДВС при последовательной работе атмосферного и вакуумного клапанов вакууманализаторов типа КИ-5315-ГОСНИТИ. Однако некоторые авторы последних разработок субъективны в оценке своих и имеющихся методов и средств ТД ЦПГ, не всегда учитывают отзывы и пожелания диагностов-практиков. [6]

Список использованных источников

1. ГОСТ 20911-89 Техническая диагностика. Основные термины и определения.
2. Доровских Д.В., Сергиенко К.А., Чернопятов П.Н. Особенности диагностирования технического состояния цилиндро-поршневой группы автомобильного двигателя // Проблемы экономичности и эксплуатации автотракторной техники: Материалы Международного научно-технического семинара имени В.В. Михайлова. – Вып.32. – Саратов: Амирит, 2019. – с.172-175.

3. Доровских Д.В., Сергиенко К.А., Чернопяттов П.Н. Датчик для измерения давления внутри цилиндра автомобильного двигателя // Проблемы экономичности и эксплуатации автотракторной техники: Материалы Международного научно-технического семинара имени В.В. Михайлова. – Вып.32. – Саратов: Амирит, 2019. – с.176-180.
4. Говорущенко Н.Я. Диагностика технического состояния автомобилей. - М.: Транспорт, 1970.-256с.
5. Шатерников В.С. Техническое обслуживание и ремонт автотранспортных средств и их составных частей: учебное пособие / Шатерников В.С., Загородний Н.А., Петридис А.В.— Б.: Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, ЭБС АСВ, 2012. 387 с.
6. Дунаев, А.В. Выбор методов и средств диагностирования цилиндропоршневой группы автотракторных двигателей внутреннего сгорания.//Техника в сельском хозяйстве.№6, 2007г.С.25-28.

УДК 004.932:535.361.2

34.57.15 Биоаппаратура для биологических исследований

СРАВНЕНИЕ УЗИ И ОКТ В КАЧЕСТВЕ МЕТОДОВ ВИЗУАЛИЗАЦИИ СТРУКТУР КОЖИ И КРОВЕНОСНЫХ СОСУДОВ

Черешнев В.О.

*ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», студент
e-mail: vitaliy-cha1999@yandex.ru*

Кулешов И.В.

*ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», студент
e-mail: kuleschov.ilja2017@yandex.ru*

Проскурин С.Г.

*ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», доктор технических наук,
кандидат физико-математических наук, профессор кафедры «Биомедицинская техника»
e-mail: spros@tamb.ru*

Тенденции развития современной биомедицинской техники отдают приоритет неинвазивным (органосохраняющим) технологиям и служат стимулом для бурного исследования методов визуализации структур биотканей, в частности оптической когерентной томографии (ОКТ) и ультразвукового исследования (УЗИ) [1].

ОКТ позволяет производить построение высокоточных структурных изображений биообъектов в реальном временном масштабе. Данные работы являются частью медико-биологических исследований, т.к. высокоточные многомерные изображения биологических объектов позволяют получить информацию о морфологических особенностях (структурные изображения) биоткани, а также динамических процессах (функциональные изображения), происходящих на уровне клетки. Подобной точности и скорости построения изображений биологических тканей при проведении исследований *in vivo* на данный момент не способен дать ни один другой метод биомедицинской визуализации. Как следствие, ОКТ заняла особое место в медико-биологических исследованиях [2].

Несмотря на множество преимуществ ОКТ, необходимо решить ряд сложных научно-технических задач, прежде чем ОКТ сможет занять место наряду со стандартными методами биомедицинской диагностики. Проектирование систем ОКТ подразумевает решение вопросов, связанных с генерацией и интерференцией частично когерентного оптического излучения, а также с распространением фотонов в толще биоткани. Также необходимо найти ответы на вопросы, связанные с разработкой различных интерферометров со сканированием и обнаружения неоднородностей. За последнее время достигнуты серьезные результаты в понимании данных проблем, что стало причиной появления новых технологий, расширяющих возможности ОКТ [3].

В современных учреждениях здравоохранения УЗ-диагностика стала обычным явлением. На сегодняшний день УЗИ используется во многих разделах медицины, начиная от акушерства до кардиологии. Широкому внедрению систем УЗИ поспособствовали доступность и относительная простота диагностики. Аппараты УЗИ по точности и чувствительности не уступают методам компьютерной томографии (КТ и МРТ), но существенно дешевле. По темпам развития и внедрения технологий значительно опережают другие методы лучевой диагностики [4]. Отсутствие ионизирующего излучения в совокупности с большим спектром возможностей привело к тому, что количество УЗ исследований в клинической практике стало намного превышать количество рентгенологических исследований.

В Российских медучреждениях широко распространены аппараты УЗИ это связано с их не очень высокой ценой, безопасностью, и высокой информативностью. Также, подобные системы допускают неоднократное исследование одного участка без вреда для здоровья пациента, изображения, получаемые в результате исследований возможно сохранять в цифровом виде благодаря всему этому метод УЗ диагностики успешно применяется в диагностических программах

Основным достоинством метода УЗИ является способность проникать вглубь непрозрачных биологических тканей. Разрешающая способность аппарата УЗИ зависит от выбранной частоты ультразвуковой волны, наиболее используемой частотой является 10 МГц благодаря оптимальному соотношению пространственного разрешения и глубины проникновения.

Исследования, проведенные с помощью ОКТ обладают значительно большей точностью, нежели УЗИ.

Системы КТ используют в своей основе рентгеновские лучи, производя томографические изображения (изображения поперечного сечения), что позволяет изучить слой за слоем. В УЗИ системах используются высокочастотные звуковые волны и принципы эхографии, при помощи которых формируются изображения внутренней структуры биообъекта.

Основным отличием метода ОКТ от УЗИ является то, что для формирования биомедицинских изображений используется оптическое излучение, а не ультразвуковые волны. Использование ультразвука, как правило, позволяет получить двухмерное изображение исследуемой структуры, в то время как ОКТ позволяет создавать двух- и трехмерные изображения [5].

Регистрируя обратно рассеянное зондирующее излучение от структурных составляющих кожи во время проведения ОКТ сканирования возможно получить биомедицинское изображение кожного покрова. Оптический луч сканирует биоткань, а изменения в аксиальной и латеральной плоскости регистрируются с помощью фотоприёмников. Аналогично УЗИ, полученные А-сканы объединяются в двухмерные изображения (В-сканы), глубина когерентного зондирования (ГКЗ) обычно равна 2 мм.

ГКЗ ограничивается сильным рассеянием и оптической неоднородностью биотканей, это усложняет контрастирование отдельных участков и структур.

При диагностике патологий кожных покровов возникают трудности с прохождением сканирующего луча через ткань. Для увеличения ГКЗ используют иммерсионные растворы (оптическое просветление), такие как концентрированный раствор глюкозы, глицерол, наночастицы золота, диоксид титана, пропиленгликоль [6].

Оптическая когерентная томография позволяет безопасно для пациента наблюдать за динамикой структурных изменений в процессе выздоровления, не причиняя вреда здоровью больного. Так, зная структурные особенности здоровых и больных тканей, возможно производить диагностику различных патологий, так, например, при псориазе происходит уменьшение яркости второго слоя и увеличение ее в третьем слое, восстановление границы между ними, уменьшение высоты третьего и четвертого слоев, выравнивание границы между ними, улучшение визуализации сосудов в четвертом и пятом слоях. При длительном использовании глюкокортикостероидных наружных средств можно выявить доклинические ОКТ-признаки атрофии кожи: уменьшение суммарной высоты первого и второго слоев, уменьшение высоты третьего и четвертого слоев и исчезновение периодической неоднородности последнего, увеличение сигнала в пределах пятого слоя.

ОКТ позволяет обнаруживать в поверхностных слоях кожного покрова паразитические заболевания, одно из таких заболеваний является чесотка. Если сигнал слабоинтенсивен, округлой формы и располагается в пределе второго и третьего слоя, то это будет являться срезом чесоточного хода [7].

Ультразвук распространяется в различных средах в виде попеременно сменяющих друг друга различных зон сжатия и разрежения молекул вещества, которые в свою очередь совершают хаотичные колебательные движения. Основными характеристиками ультразвуковых волн, также, как и звуковых, является частота колебания, длина и скорость её распространения. Данные параметры зависят от упругости и плотности среды в которой она находится. Разрешающая способность ультразвукового аппарата определяется длиной волны, на которой он работает. Чем меньше волна, тем больше возможная глубина сканирования. На сегодняшний день ультразвуковые аппараты работают на частоте от 2 до 10 МГц, что позволяет производить исследования на глубине 10-30 мм.

Различные ткани организма, как и любая другая среда, препятствуют прохождению ультразвука, т.к. как следствие присутствия акустического сопротивления, которое зависит от плотности и скорости распространения ультразвука. При возрастании этих параметров будет увеличиваться акустическое сопротивление, которое обозначается общепринятым термином «импеданс».

В том месте, где пучок ультразвуковых волн попадает на границу раздела двух сред, он разбивается на несколько частей, одна его часть отражается, а другая продолжает свое распространение, в новой среде частично затухая в ней. От разности величин акустического сопротивления соседних тканей зависит коэффициент отражения: от этого изменяется качество изображения на экране аппарата, изображение становится ярким и четким при большой разнице между этими величинами. Граница между тканями и воздухом вызывает практически полное отражение.

Проведение дерматологических исследований при помощи УЗИ систем частая клиническая практика. Для этого, обычно применяют высокочастотный линейный датчик в различных режимах его работы. Проводить оценку дифференцировки слоев кожи (эпидермис и дерма), их толщины, эхоструктуры, экзогенности, сосудистого рисунка, оценивать регионарные лимфатические узлы для исключения метастатического поражения. Для обеспечения более плавного хода головки прибора и предотвращения нежелательного давления на кожу применяют в качестве акустического окна гелиевую «подушку». Традиционно исследования начинают в В-режиме, сканируя продольно и поперечно интересные нас участки кожи. Изображение с оттенками серого, получаемое в результате исследования можно оптимизировать, используя тканевую гармонику, sono-СТ и X-res, так как отсутствие обычных и сопутствующих артефактов в режиме тканевой гармоники позволяет увеличить разрешение и контрастность, что позволяет более наглядно представить границы образований. Режим sono-СТ, основанный на формировании пространственного составного изображения, используют с целью снижения спеклшумов, улучшения контрастности изображения и, следовательно, более четкой проработки структуры ткани. X-res – адаптивный, поддерживающий большое количество разрешений алгоритм, позволяющий снизить спеклы и шумы при одновременном сохранении разрешения, что улучшает качество изображений, получаемых в режиме регистрации шкалы – оттенки серого [8].

Благодаря преимуществам ОКТ у лечащего врача появилась возможность визуализировать слои эпидермиса и дермы, ногтя и ногтевого ложа, дифференцировать основные патоморфологические процессы в коже, отслеживать их динамику, фиксировать полученные изображения в режиме реального времени, хранить и отправлять их дистанционно по компьютерным сетям. Недостатками ОКТ является сложность в использовании для прижизненного исследования структурного состояния кожных покровов как следствие отсутствия надежных отличий на структурных изображениях при опухолях и воспалительных процессах, недостаточно четкую визуализацию зоны дермо-эпидермального соединения как следствие проблемы низкой глубины когерентного зондирования, что препятствует точным измерениям толщины эпидермиса и дермы. Также исследования окружающих мягких тканей и сосудов при помощи ОКТ стали появляться относительно недавно, при этом использовалось высокотехнологичное оборудование, которое имеется только в научных центрах и недоступно для широкой сети учреждений здравоохранения [9, 10].

В отличие от ОКТ методы УЗИ относят к наиболее доступному для современного практического здравоохранения, позволяя использовать его для уточнения диагноза и мониторинга в процессе лечения хронических дерматозов, новообразований кожи, в том числе их метастазов, с определением качественных и количественных параметров структурных элементов кожи, сосудов дермы, регионарных лимфатических узлов. Недостатком метода является уменьшение разрешающей способности аппаратов УЗИ при использовании универсальных датчиков, а также частичное нарушение целостности слизистых оболочек исследуемой области.

Таким образом, оптическая когерентная томография и ультразвуковая диагностика в качестве методов визуализации структур кожных покровов, кровеносных сосудов и лимфатических узлов имеют как преимущества, так и недостатки, и не могут в полной мере удовлетворить повседневные потребности врача-дерматовенеролога.

Дальнейшая работа на кафедре «Биомедицинская техника» Тамбовского государственного технического университета будет связана с расширением спектра возможностей оптической когерентной томографии посредством решения проблем повышения глубины когерентного зондирования и дифференциации структур кожи, кровеносных сосудов и крови.

Список использованных источников

1. Черешнев, В.О. Дифференциация структур кожи, кровеносных сосудов и крови посредством построения вариационной матрицы ОКТ изображения / В.О. Черешнев, И.М. Романенко, И.В. Кулешов, С.Г. Проскурин // Современные наукоемкие технологии. – 2019. – № 10 (часть 2) – С. 319-323;
2. Черешнев, В. О. Построение ОКТ изображений биологических тканей на основе анализа интенсивности пикселей / В. О. Черешнев, С. В. Фролов, А. Ю. Потлов, С. Г. Проскурин // Модели, системы, сети в экономике, технике, природе и обществе. – 2019. – № 3 (31). – С. 104–112.
3. Черешнев, В.О. Исследование отраженных и малократно рассеянных фотонов посредством построения матрицы дисперсий ОКТ изображений / В.О. Черешнев, С.Н. Абдулкарим, С.Г. Проскурин // Современные наукоемкие технологии. – 2019. – № 12-1. – С. 118-122;
4. Ма, О. Дж. Ультразвуковое исследование в неотложной медицине / О. Дж. Ма, Дж. Р. Матизэр, М. Блэйвес— Электрон. текстовые данные. — Москва: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2015. — 559 с.
5. Журбин, Е.А. Возможности ультразвукового исследования при травматических повреждениях периферических нервов конечностей / Е.А. Журбин, А.И. Гайворонский, И.С. Железняк, Л.И. Чуриков, Г.Е. Труфанов, В.С. Декан // REJR. –2017. – No 3(7). –С. 127-135.

6. Кириллин, М.Ю. Контрастирование структурных элементов кожи наночастицами в оптической когерентной томографии: количественная оценка. / М.Ю. Кириллин, П.Д. Агрба, М.А. Сироткина, М.В. Ширямова, Е.В. Загайнова, В.А. Каминский // Квантовая электроника. – 2010. – №6: – С.525-530.
7. Кузьмина, Т.С. Современные неинвазивные методы оценки морфофункционального состояния кожи. / Т.С. Кузьмина, Е.А. Василевская, Е.И. Иванова, Н.Н. Лукашова, К.Л. Вартамян, С.Б. Ткаченко // Российский журнал кожных и венерических болезней., – 2008. – №4. – С.29-32.
8. Chung Y. E., Kim K. W. Contrast-enhanced ultrasonography: advance and current status in abdominal imaging //Ultrasonography. –2015. –Vol. 34. –No. 1. –P. 3.
9. Gambichler T., Jaedicke V., Terras S. Optical coherence tomography in dermatology: technical and clinicfl aspects. Arch. Dermatol. Res. 2011; 303(7): 457—73. doi: 10.1007/s00403-011-1152-x
10. N. M. Israelsen, M. Maria, M. Mogensen, S. Bojesen, M. Jensen, M. Haedersdal, A. Podoleanu, and O. Bang, “Thevalue of ultrahigh resolution OCT in dermatology-delineating the dermo-epidermal junction, capillaries in the dermalpapillae and vellus hairs,” Biomed. Opt. Express9(5), 2240–2265 (2018).

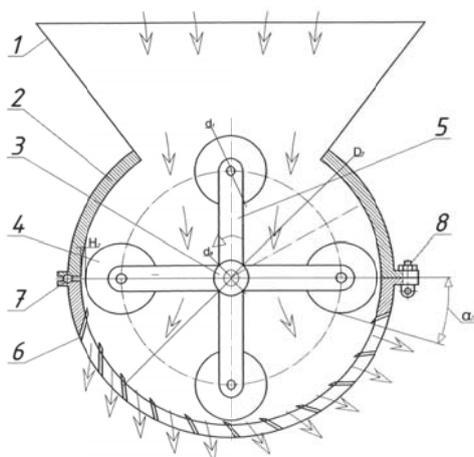
ОБОСНОВАНИЕ КОНСТРУКТИВНЫХ ПАРАМЕТРОВ БАРАБАННОГО ИЗМЕЛЬЧИТЕЛЯ КОРНЕПЛОДОВ

Белокопытов А.А.,

ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», магистрант, ул. Мичуринская, 112, корп. Д, г. Тамбов, Тамбовская область, 392032, Россия, e-mail: ATF0680@rambler.ru

Рабочий процесс измельчителя барабанного типа заключается в следующем [1]: первый этап – подвод отмытых корнеплодов к вальцово-ножевому измельчающему органу; второй этап – продавливание вальцами корнеплодов через ножевую решетку и третий этап – выгрузка измельченных корнеплодов.

Корнеплоды, поступившие в измельчитель, в конечном итоге продавливаются вальцами 4 (рисунок 1) через установленные по кольцу плоские ножи съемной ножевой решетки 6 [1,2,3].



1 – бункер; 2 – кожух; 3 – вал; 4 – валец; 5 – водило; 6 – съемная ножевая решетка; 7 – шарнирное соединение; 8 – шарнирный откидной винт

Рисунок 1 – Схема для определения конструктивных параметров барабанного измельчителя корнеплодов

Производительность измельчителя определяется производительностью вальцово-ножевого измельчающего органа [2,4] и рассчитывается по формуле:

$$Q_{\text{всг}} = \pi D_2 L_2 H_2 n \rho_{\text{в}} k_1 k_2 z_{\text{в}} \tag{1}$$

где D_2 – диаметр камеры измельчителя, м; L_2 – длина ножей, м; H_2 – толщина слоя, захватываемая одним вальцом, м; n – частота вращения рабочего органа, с^{-1} ; $\rho_{\text{в}}$ – насыпная плотность корма на входе в измельчитель, кг/м^3 ; $k_1 = 0,75 \dots 0,85$ – коэффициент использования длины лезвия ножа, [5]; $k_2 = 0,6 \dots 0,7$ – коэффициент, учитывающий пустоты между частицами продукта, [5]; $z_{\text{в}}$ – количество вальцов, шт.

Внутренний диаметр цилиндрического корпуса измельчителя необходимо выбирать из условия свободного движения корнеплодов, то есть без сводообразования. Для кусковых легкосыпучих материалов рекомендуется принимать диаметр из следующего условия [5]:

$$D_2 \geq (4 \dots 6) \dot{a}', \tag{2}$$

где \dot{a}' – типичный размер корнеплодов, м.

Диаметр вала привода измельчителя выбирается из условия расчета на прочность в зависимости от частоты вращения, передаваемой мощности, условиям нагрузки и допускаемых напряжений [5].

Из рисунка 1 можно записать соотношение:

$$D_2 = 2H_2 + D_{\text{в}}, \tag{3}$$

Выразим ($D_{\text{в}}$) из соотношения (3):

$$D_{\hat{e}} = D_2 - 2H_2. \quad (4)$$

Захват слоя корнеклубнеплодов в зону продавливания происходит под действием сил трения по поверхности вальца 3 и ножами 1. Эти силы определяют толщину слоя H_2 , влияющую на производительность измельчающего устройства. Толщину слоя можно определить по выражению [2,5]:

$$H_2 = \frac{D_2}{2} - \sqrt{\left(\frac{d_{\hat{a}}}{2}\right)^2 + \left(\frac{D_2 - d_{\hat{a}}}{2}\right)^2 + d_{\hat{a}} \left(\frac{D_2 - d_{\hat{a}}}{2}\right) \cos \alpha_{\text{и}0}}, \quad (5)$$

где $\alpha_{\text{и}0}$ – угол прессования, град.

Для захвата вальцом слоя корнеклубнеплодов необходимо, чтобы выполнялось условие [2,5]:

$$\alpha_{\text{и}0} \leq \frac{\varphi}{\left(1 - \frac{d_{\hat{a}}}{D_2}\right)}. \quad (6)$$

Подставим условие (6) в выражение (5):

$$H_2 = \frac{D_2}{2} - \sqrt{\left(\frac{d_{\hat{a}}}{2}\right)^2 + \left(\frac{D_2 - d_{\hat{a}}}{2}\right)^2 + d_{\hat{a}} \left(\frac{D_2 - d_{\hat{a}}}{2}\right) \cos \left(\frac{\varphi}{1 - \frac{d_{\hat{a}}}{D_2}}\right)}. \quad (7)$$

С точки зрения компактного размещения вальцов и максимального использования захватывающей способности вальцов необходимо применять вальцы с максимально возможно большим диаметром. При увеличении диаметра вальцов $d_{\hat{a}}$ в выражении (7) величина под корнем будет иметь минимальное значение и соответственно толщина слоя H_2 будет максимальной. Из рисунка 1 диаметр вальца определим из соотношения:

$$d_{\hat{a}} \leq \frac{D_2 - d_2}{2}. \quad (8)$$

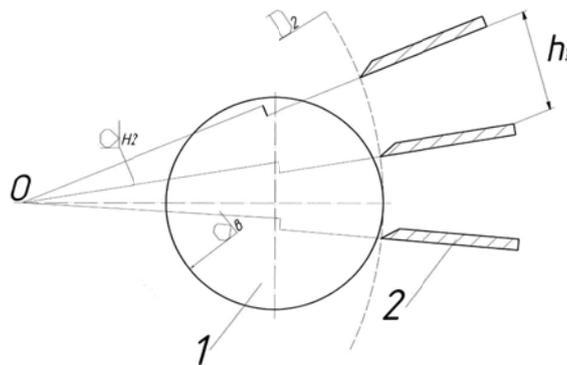
В соответствии с зоотехническими требованиями для крупного рогатого скота размер измельченных корнеклубнеплодов должен находиться в пределах 10...15 мм [6,7,8]. В соответствии с этим шаг h_2 расстановки ножей должен быть в пределах, обеспечивающих зоотехнические требования (рисунок 2). Количество ножей найдем по формуле [5]:

$$D_2 = \frac{h_2'}{\sin\left(\frac{\pi}{z_2'}\right)}. \quad (9)$$

Откуда

$$z_2' = \frac{\pi}{\arcsin\left(\frac{h_2'}{D_2}\right)}, \quad (10)$$

где h_2' – предварительно принятое расстояние между лезвиями двух соседних ножей, м; z_2' – предварительное количество ножей второй ступени, шт.



1 – валец; 2 – нож

Рисунок 2 – Схема расстановки ножей

Полученное число ножей z_2' округляют до ближайшего целого числа.

При принятом количестве ножей z_2 уточняют расстояние h_2 между ножами по формуле:

$$h_2 = D_2 \sin\left(\frac{\pi}{z_2}\right), \quad (11)$$

где h_2 – расстояние между лезвиями ножей второй ступени измельчения, м; z_2 – количество ножей во второй ступени измельчения, шт.

Центральный угол α_{i2} , определяющий расстановку ножей во второй ступени, найдем по формуле:

$$\alpha_{i2} = \frac{360^\circ}{z_2}, \quad (12)$$

где α_{i2} – центральный угол, определяющий расстановку ножей во второй ступени измельчения, град.

Выводы: на основе теоретических исследований была разработана конструктивно-технологическая схема одноступенчатого измельчителя корнеплодов барабанного типа с горизонтальным расположением измельчающего органа, имеющего вальцовый подпор и установленные по кольцу плоские ножи, которая позволяет получать измельченные корнеплоды соответствующие зоотехническим требованиям при минимальных удельных затратах энергии за счет снижения скоростных характеристик рабочих органов и регламентированной расстановки плоских ножей. Полученные аналитически выражения отражают влияние основных конструктивных и режимных параметров одноступенчатого измельчителя, а также некоторых физико-механических свойств измельчаемых корнеклубнеплодов на производительность, мощность и удельный расход энергии.

Список использованных источников

1. Патент на изобретение №2683220 РФ, МПК А01F 29/00, В02С 4/02. Измельчитель корнеклубнеплодов / А.В. Брусенков, Н.В. Усатюк – №2018108275; заяв. 06.03.2018; опубл. 26.03.2019, Бюл. №9.
2. Брусенков, А.В. Исследование конструктивных параметров второй ступени измельчителя корнеклубнеплодов / А.В. Брусенков // Образование наука: инновационный аспект (сборник материалов международной научно – практической конференции Пензенской ГСХА). – Пенза: РИО ПГСХА, 2011.– Т.2. – С.177-179.
3. Брусенков, А.В. Обоснование конструктивных параметров измельчающего аппарата / А.В. Брусенков, С.М. Ведищев // Перспективные технологии и технические средства в АПК. Материалы международной научно-практической конференции. – Мичуринск: Изд-во ФГОУ ВПО МичГАУ, 2008. – С.79-82.
4. Брусенков, А.В. Определение производительности и конструктивных параметров элементов второй ступени измельчителя / А.В. Брусенков, С.М. Ведищев, А.В. Прохоров, А.А. Капацына // Фундаментальные и прикладные исследования, инновационные технологии, профессиональное образование: сборник трудов XIII научной конференции ТГТУ. – Тамб. гос. техн. ун-т, Тамбов, 2008г. – С. 259 – 262.
5. Брусенков А.В. Разработка технологического процесса и устройства для измельчения корнеклубнеплодов с вальцовым подпором: дис. канд. техн. наук: 05.20.01 // Брусенков А.В. – Тамбов, 2015. – 222 с.
6. Изучение измельчителей корнеклубнеплодов: лабораторные работы / С.М. Ведищев, А.В. Прохоров, А.В. Брусенков. – Тамбов: Издательство Тамб. гос. техн. ун-та, 2008. – 31 с.
7. Повышение эффективности производства продукции животноводства: Рекомендации / Н.М. Морозов, И.И. Хусаинов, В.Н. Базонов, Л.М. Цой, Е.Л. Ревякин. – М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2008. – 168 с.
8. Брусенков А.В. Обоснование способов и средств для измельчения корнеклубнеплодов [электронный ресурс]: монография / А.В. Брусенков. – Тамбов: Изд-во ФГБОУ ВО «ТГТУ», 2018. – 128 с.

ОБЗОР И АНАЛИЗ ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ ДЛЯ МОЙКИ КОРНЕКЛУБНЕПЛОДОВ НА ЖИВОТНОВОДЧЕСКИХ ФЕРМАХ

Брусенков А.В.,

*ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет»,
доцент кафедры «Агроинженерия»,
e-mail: aleksei_brusenkov@mail.ru*

Мякотин В.О.,

*ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», магистрант,
e-mail: Vlislavmakotin5590@gmail.com*

Корнеклубнеплоды относятся к сочным кормам. Из них на корм сельскохозяйственным животным возделывают кормовую и сахарную свеклу, картофель, морковь, брюкву, турнепс, земляная груша. В осенне-зимний период времени эти корма являются прекрасным источником витаминов и минералов, легко усваиваются организмом животных, возбуждая у них аппетит и улучшая пищеварение, а в сочетании с зелеными или грубыми кормами (сено, солома, мякина) способствуют повышению продуктивности животных. Кроме того, включение корнеклубнеплодов в кормовые рационы позволяет значительно сократить расход концентрированных кормов. Ценность корнеклубнеплодов значительно повышается благодаря тому, что, помимо корней, в корм идут и листья. Урожай ботвы у некоторых сортов корнеклубнеплодов достигает 40...50% веса корней, а при высоком урожае корней – 20...25% их веса [1].

Подготовка корнеплодов к скармливанию оказывает существенное влияние на поедаемость и их использование, а следовательно, отражается и на себестоимости продукции. Процессы приготовления корнеклубнеплодов осуществляются при помощи машин, выполняющих технологические операции, направленные на придание исходному продукту новых свойств. Технологический процесс обработки корнеклубнеплодов в основном сводится к двум операциям – мойке и измельчению. Зоотехническими требованиями предусматривается, чтобы после мойки остаточная загрязненность не превышала 3% [2,3]. Посторонние примеси (камни, песок, металлические предметы и другие) в корнеклубнеплодах снижают пищевую и вкусовую ценность корма и влияют на рабочий процесс технологического оборудования. Для отделения продукта от сопутствующих и случайных примесей применяют очистительные и моечные машины.

Физико-механические свойства корнеклубнеплодов и почвы весьма разнообразны и зависят от многих факторов, в числе которых и природно-климатические условия [4,5,6]. Как известно, при повышении влажности почвы загрязненность увеличивается, которая в основном концентрируется во впадинах корнеклубнеплода. К поверхности прилипают соломистые включения, камни и другие примеси, которые отрицательно воздействуют на здоровье животных и выводят из строя рабочие органы машин. Как показывает практика, при поступлении с поля корнеклубнеплодов, имеющих повышенную загрязненность увеличивается расход воды и снижается производительность очистных машин [5,6].

К машинам для переработки корнеклубнеплодов предъявляют следующие технологические и зоотехнические требования [4,5,7,8]:

- универсальность в отношении обработки различных видов и сортов корнеклубнеплодов;
- высокое качество мойки и измельчения продуктов при относительно малом расходе воды (до 0,4 л/кг) и электроэнергии;
- отсутствие порчи частиц продукта рабочими органами машин;
- возможность регулировки времени пребывания продуктов в воде с целью пропуска продуктов с различной степенью загрязненности;
- наличие устройства для отделения камней и других посторонних предметов;
- удобство очистки и удаления грязи и грязной воды;
- возможность максимальной степени механизации и автоматизации загрузки и выгрузки продукта;
- высокая производительность, позволяющая за 1...2 часа приготовить порцию корнеплодов, требуемую для разового кормления;
- высокое качество измельчения, определяемое однородностью стружки и минимальным образованием мезги и сока;
- хороший доступ к рабочим органам машины для быстрой регулировки или замены их и очистки;
- наличие предохранительного устройства, предупреждающего поломку рабочих органов;

- малые габаритные размеры, простота устройства, надежность в эксплуатации, долговечность работы.

В линиях измельчения корнеплодов при приготовлении кормовых смесей либо их сушке для доочистки корнеклубнеплодов от свободной и прилипшей к корням почвы и других примесей используют различные мойки, конструктивно выполненные как отдельная машина или как транспортирующий узел измельчителя [9,10]. К первому типу относят в основном барабанные лопастные мойки, ко второму – винтовые (шнековые) мойки измельчителей ИКС-5М, ИКМ-5 и ИКМ-10, мойки картофеля запарных агрегатов КН-3, ЗПК-4 и агрегата АПК-10. Все эти мойки относят к установкам непрерывного действия с повторным использованием воды и последующим удалением накопленной в сборниках грязи [9].

Корнеклубнемоечные машины классифицируют по следующим признакам: по способу выполнения рабочего процесса – периодического и непрерывного действия; по режиму работы – длительного (4...5 мин) и кратковременного (1...2 мин) действия; по наличию сепарирующих устройств – с камнеотделителем и без него; по принципу циркуляции жидкости – проточные и постоянно замкнутые; по конструкции рабочего органа – барабанные, кулачковые, вибрационные, роликовые, цетробежные, дисковые, шнековые, вентиляторные, струйные [7,8,11,12].

Отмывание загрязненных корнеклубнеплодов у всех моечных машин так или иначе связано с использованием воды. По мере пребывания обрабатываемого продукта в затопленном состоянии загрязнения частично насыщаются водой и становятся более рыхлыми.

Барабанные корнеклубнемойки различаются по габаритным размерам, конструкции и числу секций (на одно- и двухкамерные). При очистке корнеклубнеплодов в барабанных и кулачковых машинах они совершают сложное движение как в самом слое, так и относительно рабочих органов и поверхностей машин. Находясь, как правило, в свободном положении, корнеклубнеплоды могут двигаться в том же направлении, что и рабочие органы. В результате такого динамического взаимодействия загрязнения в местах контакта испытывают деформацию и сдвигаются. Дальнейшее взаимное перетирание продукта приводит к потере прочностных связей частиц, которые уносятся вместе с водой. Это не обеспечивает эффективного удаления загрязнений, но чрезмерно увеличивает энергоемкость процесса, так как большая часть энергии расходуется на перемещение материала. Степень очистки в таких машинах невысока. Так, у машин барабанного типа (МП-2,5) она составляет 2,6...5,0 %, а при мойке корнеплодов ещё меньше [12]. Кулачковые мойки, используемые в сахарной промышленности, в сочетании с гидроэлеваторами обеспечивают высокую степень очистки свеклы.

Недостатками барабанных корнеклубнемоек являются: малая производительность, длительность пребывания корнеклубнеплодов в воде (до 6 мин.) и низкая частота вращения барабана [8]. Недостатками кулачковых моек являются: повышенное повреждение корнеклубнеплодов, минимальная частота вращения кулачкового вала, большие удельные объемы моечного аппарата, повышенная загрязнённость рабочих мест вычерпываемой водой [8].

В вибрационных и роликовых моечных машинах загрязнения с поверхности корнеклубнеплодов отделяются в результате более активного перемещения продукта рабочими органами и интенсивного промывания их водой, вытекающей под напором из отверстий оросителя [12]. При этом вибрация с перекачиванием служит для пространственного изменения положения корней, клубней и повышения эффективности струйной очистки. Струи, имея достаточный напор, обеспечивают удаление загрязнений с мест обильного скопления и с труднодоступных участков: углублений, корневой системы. Такие машины хотя и обладают малой производительностью, но обеспечивают высокую степень очистки благодаря гидродинамическому воздействию напорных струй.

У центробежных машин типа МРК-5 степень очистки хуже, что объясняется ограниченной зоной струйной обработки, определяемой их конструкцией.

Недостатками дисковых корнеклубнемоек является объективная оценка качества вымытых корнеклубнеплодов, их повреждение, высокий расход воды, избыточное попадание воды в измельчённый продукт и невозможность отделения механических примесей [8].

Шнековые мойки относятся к машинам непрерывного действия. В конструктивном исполнении они наиболее хорошо сочетаются с различными измельчителями (ИКС-5М, ИКМ-Ф-10, АПК-10). Преимущества шнековых моек: простота устройства, высокая пропускная способность и возможность обрабатывать корнеклубнеплоды без удаления ботвы [9]. Рабочий орган – шнек установлен под углом 20...90° к горизонту. Переменный шаг спирали увеличивается по мере подъема в пределах 0,40...0,55 мм. При вращении шнек витками захватывает клубни, поднимает их в зону водяных струй, нагнетаемых насосами через распределительные трубопроводы. Недостатком шнековых моек является невозможность пропускать корнеклубнеплоды диаметром более 150 мм (при степени загрязнённости 20% длина шнека должна быть порядка 6м, что делают конструкцию корнеклубнемойки трудновыполнимой или требуется установка двух, трёх и более машин в технологической линии) [8]. Кроме того,

применение моечных машин связано с большим расходом воды, что требует их размещения в отапливаемых помещениях, оборудованных водопроводом, канализацией и полами с твердым покрытием, а также возникают трудности с остатками ботвы (приводит к загрязнённости корма гнилостными бактериями). Это чрезмерно затрудняет их эксплуатацию, особенно в районах с суровым климатом.

Кроме того, шнековые мойки ИКС-5М и АПК-10, совмещая в себе принципы простого перетирания в ванне с водой и перетирания и одновременного орошения водой, при большей производительности машины не позволяют получать высокую степень очистки из-за непродолжительного пребывания корнеклубнеплодов в зоне интенсивной обработки [12]. Машина ИКМ-5, широко применяемая в кормоцехах животноводческих ферм и комплексов, имеет комбинированную мойку, в которой сочетаются принципы перетирания и одновременного орошения водой и активного трения воды о поверхность продукта. Однако назначение вертикального вихревого потока в мойке машины состоит в том, чтобы отделять камни и твердые комки почвы, что не позволяет увеличить его скоростной режим. Это в определенной мере снижает эффективность очистки корнеклубнеплодов, а небольшие размеры камеры мойки и кратковременность пребывания продукта также не позволяют увеличить степень очистки. При исходной загрязненности корней и клубней 8...10 % они снижают ее до 2...5% [12].

Наиболее высокое качество обеспечивают мойки, в основу которых положен принцип активного трения воды о поверхности движущихся корнеклубнеплодов [12]. Поток жидкости можно организовать вентилятором, ротором, струей и др. Клубни в потоке жидкости имеют возможность свободно ориентироваться и хаотически изменять свое пространственное положение. При этом вода воздействует на загрязнения со всех сторон и они разрушаются интенсивнее.

Вентиляторные и струйные машины, имея достаточную длину рабочей зоны, обеспечивают почти полное отделение загрязнений, но при этом обладают высокой энергоемкостью. В данных типах машин в отличие от барабанных, центробежных и кулачковых нет совокупной обработки массива продукта водой, а превалирует индивидуальное соприкосновение каждого клубня с гидродинамическим потоком жидкости, скорость движения которого значительно превышает скорость перемещения обрабатываемого продукта. Режим движения жидкости имеет турбулентный характер. У центробежных моек типа МРК-5 вода оказывает слабое моющее действие на корни и клубни. Поэтому на труднообрабатываемых участках процесс носит случайный характер с поверхностным разрушением загрязнений. Это подтверждается малыми производительностью и степенью очистки (около 4%) [12].

По иному протекает процесс при использовании ультразвуковых колебаний в жидкости [12]. Распространение упругих волн сопровождается рядом эффектов, важнейшие из которых – акустическая кавитация, акустические потоки и давление. Эти явления оказывают основное физическое воздействие на процесс и одновременно усиливают физико-механическое взаимодействие моющей среды с загрязнениями. Главный фактор, разрушающий загрязнения, – кавитация, которая проявляется в разрывах жидкости под действием звуковой волны с образованием мелких пузырьков (диаметром 10...1000 мкм). Часть их после кратковременного существования (10...50 мкс) схлопывается, создавая при этом местные гидравлические удары, достигающие давления в десятки мегапаскалей. Другая часть под действием акустических потоков интенсивно пульсирует и перемещается вместе с гидродинамическими потоками, способствуя интенсификации очистки.

В водной среде загрязнения разрушаются силами, возникающими от схлопывания пузырьков. При этом на частицы действуют большие динамические нагрузки, изменяющиеся как по направлению, так и по значению, что способствует быстрому отрыву частиц с поверхности клубней и переводу их во взвешенное состояние. Однако данный способ очистки пока не нашел широкого распространения в сельском хозяйстве из-за сложности применяемого оборудования. При длительном перетирании корней и клубней в ванне с водой качество очистки существенно улучшается, однако снижается производительность и повышается энергоемкость процесса. Сочетание механических приемов и одновременного орошения водой позволяет получать продукт требуемого качества при сравнительно невысоких затратах энергии и времени обработки. Гидроразмывные устройства способны обеспечивать 100%-ное отделение загрязнений, однако они мало изучены и требуют значительных энергозатрат.

По мнению ряда исследователей, наиболее совершенными машинами являются вибромойки, принцип работы которых заключается в следующем. Корнеклубнеплоды подаются транспортером в заполненную водой ванну, где предварительно отмываются, затем захватываются вращающимся и совершающим осевые колебания шнеком и, транспортируясь вверх, подвергаются активному воздействию вибрирующего в осевом направлении вращающегося шнека и окончательно отмываются водой, подаваемой через гребёнку. Исследованиями установлено, что благодаря вибрационному возвратно-поступательному движению продукта в трубе моечной машины резко сокращается расход воды и улучшается качество отмыва [13].

Таким образом, дальнейшее развитие конструкций моечных машин для корнеклубнеплодов возможно на основе использования принципов перетирания с одновременным орошением корнеклубне-

плодов водой и активным трением воды об их поверхность. Совершенствование технологического процесса очистки корнеклубнеплодов позволит значительно ускорить удаление связанной почвы, добиться получения продукта требуемого качества, соответствующего зоотехническим требованиям и снизить расход воды за счёт увеличения механических воздействий на продукт в моечных машинах

Большое внимание в нашей стране и за рубежом уделяется изысканию высокоэффективных способов и средств для очистки корнеклубнеплодов от загрязнений без применения воды, что позволяет проводить очистку непосредственно в хранилищах и кормоцехах. Ряд организаций и ученых занимались и продолжают заниматься решением этой проблемы, но до сих пор не получено рациональной конструкции. В настоящее время заслуживает внимания и является перспективной сухая очистка корнеклубнеплодов от загрязнений на винтовых конвейерах. При этом отпадает необходимость в воде, снимаются проблемы с утилизацией грязной воды в окружающую среду, а сам процесс удешевляется. Хотя сухой способ очистки корнеклубнеплодов лишен ряда недостатков, присущих водному, однако при этом высок процент повреждаемости корней при сравнительно низком качестве очистки. Кроме того, существующие механические рабочие органы не полностью разделяют корнеклубнеплоды и соразмерные с ними твердые включения (камни, металл и другие) [6], что приводит к поломкам измельчающих устройств.

В УНИИМЭСХе [14] проводились полевые опыты по вибрационной очистке корней свеклы от земли. Исследования показали, что обработка корней на вибрационном грохоте является эффективным средством очистки от почвы, но практически трудно применимым, так как для его надёжности необходима определённая влажность загрязнителя.

К рабочим органам для сухой очистки корнеплодов предъявляются следующие требования:

- возможность копирования поверхности корней, то есть поверхность рабочих органов должна максимально совпадать с поверхностью очищаемого материала;
- минимальная повреждаемость корней в процессе очистки;
- одновременная очистка корней разных типоразмеров.

Механические безводные способы позволяют очистить ворох на 60...90%. Механические рабочие органы делятся на: щёточные, шнековые, прутковые, барабанно-щеточные, барабанно-шнековые, транспортно-щеточные и другие.

Щеточные рабочие органы выполняются по двум схемам: барабанно-щеточные и щёточно-шнековые. Барабанно-щеточные рабочие органы представляют собой вращающийся сетчатый (планчатый, решётный) барабан с цилиндрической щёткой, установленной внутри барабана с радиальным смещением. Скорость вращения щётки значительно выше скорости вращения барабана, при вращении которого корнеплоды поднимаются и попадают в зазор между барабаном и щёткой. Часть корней перебрасывается через щётку, а другая возвращается из зазора и цикл повторяется. Движение продукта вдоль оси барабана осуществляется за счет угла наклона барабана.

В щёточно-шнековых рабочих органах основным является транспортирующий шнек с щётками, расположенными на нём по дуге 180...200°. Корнеклубнеплоды, транспортируемые шнеком, находятся под воздействием прутков быстро вращающихся щёток. Устройства данного типа позволяют получить наиболее высокий процент очистки, но производительность их сравнительно невысока.

Прутковые и кулачковые рабочие органы обеспечивают низкий процент очистки 40...48%, отличаются высокой повреждаемостью корней – 4,7...4,9%, что ограничивает возможности использования их в качестве очистителей корнеклубнеплодов.

Отечественными учёными разработаны машины для сухой очистки и измельчения корнеклубнеплодов МСОК-10, МСОК-18, а в республике Беларусь выпускают унифицированный измельчитель корнеклубнеплодов ИУК-2 для сухой очистки.

На основании проведенного анализа конструкций технологических машин для мойки и очистки корнеклубнеплодов была разработана уточнённая их классификация по следующим признакам:

- по способу очистки – сухой, жидкостный и комбинированный [5,8];
- по принципу действия – непрерывные и периодические [5,8];
- по режиму работы – с длительным и кратковременным циклом [5,8];
- по способу движения рабочего органа – вращательный, поступательный, колебательный, встряхивающий и комбинированный [8];
- по конструкции рабочего органа – барабанные, щёточные, шнековые, дисковые, лотковые, решётчатые, вальцовые, лопатные, клавишные, жидкостные [5,8];
- по способу перемещения корнеклубнеплодов в рабочей камере – гравитационные, центробежные, механические, гидравлические, гидромеханические, комбинированные [8];
- по виду воздействия рабочего органа на продукт – трение продукта о продукт, трение продукта о поверхность рабочего органа, трение рабочего органа о продукт, отмочка, воздействие струй жидкости, механическое, гидравлическое, пневматическое, комбинированное [8];

- по месту расположения устройств для отделения механических примесей – в моющей машине и перед моющей машиной [8];
- по конструкции устройств вывода продукта из машины – плужковые, ковшовые, кареточные и комбинированные [8];
- по материалу изготовления устройства вывода продукта – стальные, деревянные, капроновые, пластмассовые и другие [8];
- по расположению в пространстве выгрузного устройства – вертикальные, горизонтальные, наклонные и комбинированные (пространственные) [8];
- по способу отвода грязи и грязной воды – с ручным отводом, гидросмыв и с механическим отводом [8];
- по качеству конечного продукта – с остаточной загрязнённостью не более 2...3%, с механическим повреждением не более 3% исходного продукта и с потерей питательных веществ не более 3% [8,15];

Проведённый обзор машин для сухой очистки показывает, что они имеют положительные стороны, связанные с тем, что устройства обеспечивают выполнение в одной машине двух операций – очистку от механических примесей и сортирование корнеклубнеплодов. Однако вместе с тем, они также металлоёмки, энергоёмки и при этом рабочие органы не всегда могут обеспечить качество процесса и сохранность клубней от повреждений [5,8].

Расчёты показывают, что эффективность сравниваемых установок выявляется лишь на фермах с поголовьем около 1000 коров, которые расположены в центральных и северных районах страны. В южных районах, где корнеклубнеплоды скармливаются непродолжительное время (100...150 дней), агрегаты для сухой очистки корнеплодов не эффективны даже на крупных фермах [16,20].

Щёточным рабочим органом, имеющим постоянное количество очищающих элементов, нельзя с одинаковым качеством очистить корнеплоды от примесей. К их недостаткам можно отнести ненадежность в работе, качество отделения примесей не соответствует зоотехническим требованиям. Применение устройств с наполнителем из эластичных гранул также не позволяет отделять камни от продукта [17]. Поэтому следует разрабатывать новую технологию переработки корнеплодов и новые машины, основанные на безводном принципе работы, изолирующие отделённые примеси [18]. Анализ результатов ряда учёных показывает, что для сухой очистки корнеклубнеплодов наиболее перспективными являются шнековые рабочие органы [19]. Поэтому для качественной очистки корнеклубнеплодов необходимо найти оптимальный вариант, при котором остаточная загрязнённость корнеплодов будет соответствовать зоотехническим требованиям, а поверхность их не будет повреждаться. В связи с этим возникает необходимость разработки более нового и совершенного устройства для очистки корнеклубнеплодов, лишённого вышеперечисленных недостатков. Решение данной проблемы имеет важное хозяйственное значение для животноводческой отрасли.

Список использованных источников

1. Андреев, Н.Г. Луговое и полевое кормопроизводство / Н.Г. Андреев. – М.: «Колос», 1975. – 504с.
2. Брусенков А.В. Обоснование способов и средств для измельчения корнеклубнеплодов [электронный ресурс]: монография / А.В. Брусенков. – Тамбов: Изд-во ФГБОУ ВО «ТГТУ», 2018. – 128 с.
3. Белянчиков, Н.Н. Механизация животноводства / Н.Н. Белянчиков, А.И. Смирнов; 2-е изд. перераб. и доп. – М.: Колос, 1983. – 360с.
4. Коба В.Г. Механизация и технология производства продукции животноводства / В.Г. Коба, Н.В. Брагинец, Д.Н. Мурусидзе, В.Ф. Некрашевич. – М.: Колос, 2000. – 528 с.
5. Бычков, А.А. Параметры процесса сухой очистки корнеплодов шнековым сепаратором: дис. канд. техн. наук: 05.20.01 // Бычков Александр Владимирович – Ростов-на-Дону, 2014. – 131 с.
6. Лихачёв, Ю.В. Обоснование процессов очистки корнеклубнеплодов сухим способом и их измельчения на фермах КРС / Ю.В. Лихачев // Механизация технологических процессов в животноводстве: сборник научных трудов. - Волгоград: ВНИПТИМЭСХ, 1992. – С.16-23.
7. Брусенков, А.В. Изучение измельчителей корнеклубнеплодов: лабораторные работы / сост. С.М. Ведищев, А.В. Прохоров, А.В. Брусенков. – Тамбов: Издательство Тамб. гос. техн. ун-та, 2008г. – 31с.
9. Овчинников, А.А. Повышение эффективности барабанной корнеклубнемоющей обочисткой конструктивно-режимных параметров: дис. канд. техн. наук: 05.20.01 // Овчинников Алексей Алексеевич – Саратов, 2014. – 207 с.
10. Кукта, Г.М. Машины и оборудование для приготовления кормов / Г.М. Кукта. – М.: Агропромиздат. 1987. – 303с.
11. Алёшкин, В.Р. Механизация животноводства / В.Р. Алёшкин, П.М. Рошин; под ред. С.В. Мельникова. – М.: Агропромиздат, 1985. – 336с.

12. Сельскохозяйственная техника и технологии / И.А. Спицын, А.Н. Орлов, В.В. Ляшенко и другие; под общ. ред. И.А. Спицына. – М.: КолосС, 2006. – 647с.
13. Короткин, В.М. Анализ принципов действия моечных машин для корнеклубнеплодов / В.М. Короткин // Техника в сельском хозяйстве, 1997. – №3. – С.10-11
14. Белянчиков, Н.Н. Механизация животноводства и кормоприготовления / Н.Н. Белянчиков, А.И. Смирнов. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Агропромиздат, 1990. – 432 с.
15. Митков, В.В. Обоснование конструктивной схемы устройства для сухой очистки корнеплодов / В.В. Митков // Научно-технический бюллетень по механизации и электрификации животноводства. – Запорожье, 1983. – выпуск 17. – С.52-57.
16. Коновалов, В.В. Расчёт оборудования и технологических линий приготовления кормов (примеры расчётов на ЭВМ): учебное пособие / В.В. Коновалов. – Пенза: РИО ПГСХА, 2002. – 206с.
17. Клычев, Е.М. Эффективность механизации приготовления и раздачи кормов на молочных фермах / Е.М. Клычев, Е.А. Вагин, А.А. Мансуров // Механизация и электрификация сельского хозяйства, 1989. – №9. – С.26-28.
18. Титенок, А.В. Машины для переработки корнеклубнеплодов / А.В. Титенок // Механизация и электрификация сельского хозяйства, 1992. – №3-4. – С.24-25.
19. Кононов, Б.В. Предпосылки к совершенствованию машины для подготовки корнеплодов на корм животным / Б.В. Кононов, А.В. Титенок // Механизация животноводства: сборник научных работ. – Саратов: Сарат. гос. с.-х. акад. Им. Н.И. Вавилова, 1994. – С.107-113
20. Михайлов, В.А. Результаты исследований рабочих органов для очистки и транспортирования корнеплодов / В.А. Михайлов, Г.А. Голованов, А.Н. Шевченко, А.В. Смоленский // Механизация и электрификация производственных процессов в животноводстве: сборник научных трудов. – Зерноград, ВНИИТИМЭСХ, 1989. – С.108-115.
21. Доровских В.И., Доровских Д.В. Анализ влияния качества технологических процессов на эффективность производства молока / Наука в центральной России 2018. № 3 (33). С. 36 - 41.

УДК 633.413

68.39.15Корма и кормление сельскохозяйственных животных

ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ САХАРНОЙ СВЕКЛЫ В РАЦИОНАХ КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА

Брусенков А.В.,

*ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет»,
доцент кафедры «Агроинженерия»,
e-mail: aleksei_brusenkov@mail.ru*

Струков И.А.,

*ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», магистрант,
e-mail: il.strukov.2012@yandex.ru*

Проведенный анализ урожайности культур показал, что наиболее перспективной и высокоурожайной культурой по выходу питательных веществ является сахарная свекла. Выход кормовых единиц этой культуры с гектара в 2...3 раза больше, чем зернобобовых. При плановой урожайности 250 ц корней и 100 ц ботвы хозяйства получают в среднем по 80 ц кормовых единиц с 1 га. Она отличается высоким содержанием сухих веществ (20...25%), из которых 18...20% приходится на сахар [1]. Введение ее в рационы балансирует сахаропротеиновое отношение, нормализует процессы пищеварения и усвоения питательных веществ. Однако сахарная и кормовая свекла относятся к скоропортящимся культурам, которые при длительном хранении теряют до 25% питательных веществ. Поэтому используют их, как правило, в осенний период и в начале зимы. В целях использования свеклы как сочного корма в зимнее и весеннее время ее перерабатывают на сахарных заводах, после чего отжатый жом и патоку хранят отдельно. Отжатый жом хранят в облицованных бетонных силосных траншеях, плотно утрамбованным. При длительном хранении он сохраняет первоначальную структуру, почти не теряет питательных веществ и хорошо поедается животными. Недостаточное обеспечение хозяйств хранилищами снижает кормовую и витаминную ценность.

Рациональное использование кормов достигается организацией кормления крупного рогатого скота (КРС) по рационам, сбалансированным в соответствии с потребностями животных [2,3,6]. Затраты кормов на производство продукции при таком кормлении снижаются на 10...15%. Необходи-

мыми условиями нормированного кормления являются производство достаточного количества высококачественных кормов и рациональное их использование.

Заготавливать, хранить и перерабатывать корма следует по такой технологии, чтобы потери питательных веществ были минимальными. Как показывает опыт передовых хозяйств нашей страны, каждое из них придерживается своих методов заготовки кормов, учитывающих особенности природных условий, наличие техники и организации её использования [4]. При недостатке витаминов у сельскохозяйственных животных нарушается обмен веществ, развиваются авитаминозы, скрытые формы витаминной недостаточности (гиповитаминозы), которые выражаются в замедленном росте, нарушении воспроизводства, снижении продуктивности и понижении устойчивости организма к заболеваниям, в результате чего повышается себестоимость продукции и сокращается ее производство. При гиповитаминозах понижается содержание витаминов в молоке, масле, яйцах, что ведет к неполноценному питанию населения. Неполноценное кормление (без сочных кормов), содержание витаминов в кормах в связанной форме, плохие условия содержания животных усиливают витаминную недостаточность. Кроме того, в условиях стресса потребность сельскохозяйственных животных в витаминах повышена. Отрицательно влияет на обеспеченность организма витаминами содержание в некоторых (силосах) и воде нитратов. Поэтому, необходимо заготавливать корма, богатые витаминами, и заботиться о полноценном сбалансированном кормлении и правильном содержании сельскохозяйственных животных. Содержание витаминов в кормах зависит от вида и сорта кормовых культур, фазы вегетации, агротехники, условий уборки, заготовки и хранения кормов [4].

Летом отличным источником витаминов является молодая трава естественных и посевных злаковых и бобовых культур, ботва корнеплодов, а в зимний период – правильно заготовленные силос и комбисилосы, витаминное сено, сенаж, травяная мука, корнеклубнеплоды (красная морковь, витаминные сорта тыквы, свекла). За 9...12 месяцев хранения потери каротина в силосе достигают 25...30% [4]. Преимуществом сахарной свеклы является и то, что она хранится лучше, чем кормовая свекла. По данным Всесоюзного научно-исследовательского института животноводства, потери питательных веществ из-за несовершенства методов заготовки и хранения кормов достигают в сене 40...45%, в корнеклубнеплодах – 20...25, в силосе – 23...30, в сенаже – 12...20% [5]. Поэтому следует наладить хорошее хранение заготовленных сочных кормов.

Наиболее радикальным способом сохранения питательных веществ корнеплодов является их высушивание. За рубежом корнеплоды сахарной свеклы высушивают в течение осенних и зимних месяцев на агрегатах, которые в летнее время используются для искусственной сушки трав. Этот прием позволяет наиболее рационально использовать сушильную технику и обеспечивать комбикормовую промышленность углеводистыми концентратами [3]. Кроме того, сушеные корнеплоды могут храниться длительное время с минимальными потерями (3...5%).

Крупный рогатый скот нуждается в поступлении с кормом каротина и витамина D. При составлении рационов и планировании заготовки витаминных кормов пользуются нормами потребности сельскохозяйственных животных в каротине. Потребность молочных коров в каротине живым весом 450...500 кг составляет 400...430 мг в сутки, а для лактирующих коров с суточным удоем до 20 кг – 650...680 мг в сутки на одну голову. Большое значение для усвоения каротина из рационов, содержащих силос, имеет обеспечение жвачных животных витамином E, легкоферментируемыми углеводами (сахарами из корнеплодов и крахмалом из картофеля). Хороший силос – надежный источник каротина, но при одностороннем силосном кормлении у коров развивается эндогенный авитаминоз [4].

Для внедрения комплексной механизации и автоматизации процессов кормоприготовления и кормораздачи необходимо разработать рационы с наименьшим количеством компонентов. При этом производство кормов должно быть нетрудоемким. Корма же должны хорошо поедаться животными, обеспечивать получение максимума молочной продуктивности при высоком качестве молока и минимальных затратах кормов.

При организации научно обоснованного кормления коров и ремонтного молодняка необходимо учитывать физиологические особенности пищеварения жвачных животных. Наиболее характерной особенностью пищеварения жвачных является наличие у них многокамерного желудка, в котором происходят сложные биохимические процессы переваривания кормов с участием микроорганизмов. Вопрос о стимулировании аппетита при повышении удоев – один из кардинальных в кормлении высокопродуктивных коров в условиях промышленного скотоводства. Для этого необходимо знать и учитывать факторы, от которых зависит длительность поедания корма, продолжительность жвачки, а также интенсивность слюноотделения, имея в виду, что в процессе жвачки происходит измельчение пищевых масс, поступающих из рубца, регулируется слюноотделение и соответственно рН рубцового содержимого, поскольку в слюне содержится большое количество щелочных солей. Кормление коров должно способствовать поддержанию нормального физиологического состояния, получению жизнеспособного потомства, высокой молочной продуктивности и генетически обусловленного состава молока.

Характеристика сочных кормов по содержанию каротина

Корма	Содержание каротина, мг в 1 кг
1. Тыква витаминная	15...40
2. Тыква	10...15
3. Морковь желтая	30...40
4. Морковь кормовая	25...30
5. Морковь красная	75...80
6. Арбуз кормовой	20...25
7. Ботва кормовой моркови	60...70
8. Ботва кормовой свеклы	35...40
9. Ботва сахарной свеклы	25...30
10. Ботва турнепса	20...25
11. Ботва тыквы	50...60
12. Си́лос ботвы картофеля	15...20
13. Си́лос ботвы свеклы	5...10
14. Си́лос свеклы кормовой с ботвой	8...10

Однако следует отметить, что кормление лишь одним из приведенных видов кормов не может, как правило, обеспечить постоянную высокую продуктивность. Например, в рационах с большим удельным весом силоса часто недостает не только протеина, но и сахара. Недостаток сахаристых кормов в рационе ведет к нарушению процессов пищеварения в рубце. Недостаток сахаристых веществ в рационе с большим удельным весом силоса вызывает ухудшение процессов пищеварения в преджелудках, снижает использование питательных веществ рациона. Возможность повышения использования питательных веществ рациона силосного типа при введении сахарной свеклы взамен части кукурузного силоса, изучалась на лактирующих коровах. Проведённые исследования показали, что при введении в рацион молочных коров сахарной свеклы в количестве 6...8 кг (15...20% от общей питательности рациона) у животных улучшился обмен веществ и повысилась молочная продуктивность. Кроме того, включение в рацион сахарной свеклы и бобов на фоне скармливания большого количества силоса оказывает благоприятное влияние на усвоение и использование кормов.

Поэтому, обеспечение мясного и молочного скотоводства высококачественными кормами с использованием в рационах крупного рогатого скота корнеплодов сахарной свеклы позволит сельхозпроизводителям организовать полноценное кормление, максимально реализовать генетический потенциал животных, повысить качество и количество высококачественной дешёвой говядины.

Список использованных источников

1. Сапронов, А.Р. Технология сахарного производства. – 2-е изд., исправл. и доп. – М.: Колос, 1999. – 495с.
2. Брусенков, А.В. Технологии и средства приготовления корнеклубнеплодов для скармливания крупному рогатому скоту: монография / А.В. Брусенков, В.П. Капустин. – Тамбов: Издательский центр ФГБОУ ВО «ТГТУ», 2019. – 140 с.
3. Баканов, В.Н. Кормление сельскохозяйственных животных / В.Н. Баканов, В.К. Менькин. – М.: Агропромиздат, 1989. – 511с.
4. Рекомендации по витаминному питанию сельскохозяйственных животных. – Москва, «Колос», 1972. – 40с.
5. Мильман, И.Э. Сушка кормов / И.Э. Мильман, Ю.В. Есаков. – М.: Россельхозиздат, 1985. – 48с.
6. Доровских В.И., Доровских Д.В. Принципы управления качеством технологических процессов в молочном животноводстве / Наука в центральной России. - 2014 - №6(12). - С.22-28.

ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА ХРАНЕНИЕ САХАРНОЙ СВЕКЛЫ

Брусенков А.В.,

*ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет»,
доцент кафедры «Агроинженерия»,
e-mail: aleksei_brusenkov@mail.ru*

Струкров И.А.,

*ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», магистрант,
e-mail: il.strukov.2012@yandex.ru*

Мякотин В.О.,

*ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», магистрант,
e-mail: Vlislavmakotin5590@gmail.com*

После уборки корнеплоды сахарной свеклы представляют собой качественно другой биологический организм по сравнению с вегетацией. Они лишены притока пластических веществ из надземной среды через листовую розетку, минеральных веществ и воды из почвы через корневую систему. При хранении химическая связь корнеплодов с окружающей средой ограничена только поглощением кислорода и выделением диоксида углерода и воды. Для поддержания жизнедеятельности они должны расходовать собственные запасы метаболитов, в частности сахарозу. Поэтому, при хранении преобладают процессы гидролитического распада и происходят естественные изменения в химическом составе корнеплодов. Под действием ферментов сложные углеводы превращаются в простые, часть которых расходуется на дыхание, а остальные накапливаются в сырье. Увеличивается содержание трисахаридов (раффиноза, кестоза). В результате гидролиза белков в свекловичном соке появляются пептиды и аминокислоты. Происходит дезаминирование аминокислот и амидов с образованием аммонийных солей. В небольших количествах в раствор переходят пектиновые вещества и гемицеллюлозы. Общее содержание минеральных веществ в корнеплодах при хранении почти не изменяется, но доля растворимой золы в соке в результате превращения сложных соединений в простые нарастает. Все это приводит к ухудшению технологических качеств свеклы, снижению содержания сахарозы и накоплению несахаров [1].

Гидролитический распад сахарозы в корнеплодах свеклы при хранении обусловлен необходимостью расходования образующихся при гидролизе моносахаридов в двух основных физиолого-биохимических процессах – дыхании и прорастании. Если дыхание является обязательным источником потребления сахарозы, то прорастание корнеплодов в процессе хранения становится заметным только при повышенных температуре и влажности окружающей среды. Однако и при отсутствии прорастания корнеплодов расходование сахарозы при хранении превышает потребности дыхания вследствие превращения ее в другие метаболиты свекловичной ткани. Экспериментально установлено, что в условиях, почти исключая прорастание корнеплодов и поражение их фитопатогенными микроорганизмами, около 70% сахарозы разлагается в процессе дыхания на диоксид углерода и воду, а остальные 30% вовлекаются в реакции углеводного обмена [1].

При хранении в оптимальных условиях корнеплодов неповрежденных, с правильно обрезанной головкой сахара расходуются преимущественно на дыхание и величина этих потерь незначительна. Но при хранении корнеплодов поврежденных, содержащих большое количество зеленой массы, земли и других примесей, процессы дыхания усиливаются и потери сахарозы резко возрастают [1,2].

Выделяемые при дыхании влага и теплота, если их не удалять из массы корнеплодов свеклы, являются причиной усиления дыхания и самосогревания сырья. При хорошем доступе атмосферного воздуха к корнеплодам в кагате обеспечивается более эффективное в энергетическом отношении аэробное дыхание и снижается расход углеводов, затрачиваемых на дыхание. Анаэробное дыхание наблюдается обычно при недостатке кислорода в воздухе, заполняющем межкорнеплодное пространство в невентилируемых кагатах, что обусловлено накоплением CO_2 . Переход от аэробного к анаэробному дыханию осуществляется только при достижении в воздухе определенной критической концентрации кислорода. Лишь при прохождении этой границы начинает преобладать анаэробное дыхание и усиливается выделение CO_2 . В то же время из-за низкой энергетической эффективности этого вида дыхания резко возрастает гидролитический распад сахарозы. Установлено, что при низких плюсовых температурах (до 5°C) снижение концентрации кислорода в воздухе до 2% не вызывает преимущест-

венно анаэробного дыхания. В данной ситуации основным фактором, определяющим интенсивность дыхания корнеплодов, будет низкий температурный режим хранения. С повышением температуры резко увеличивается доля анаэробного дыхания, которое происходит уже при содержании в воздухе 5...10% кислорода и 5% диоксида углерода. Возникновению анаэробного дыхания способствует также подвяливание корнеплодов.

На интенсивность дыхания корнеплодов свеклы влияют температура, относительная влажность и газовый состав окружающей среды, размеры корнеплодов и удельная площадь их поверхности, степень спелости, физическое состояние корнеплодов, наличие повреждений, загрязненность, химический состав корнеплодов, высота среза головки и другие факторы. Например, свежесобранная свекла дышит в 2...3 раза интенсивнее, чем уже хранившаяся 10...15 суток, у которой интенсивность дыхания снижается до определенного уровня, обусловленного в основном температурой хранения и физиологическим состоянием корнеплодов [1]. При равных условиях этот уровень у недоспелой свеклы, выкопанной в начале сентября, на 35...45% выше, чем у свеклы, выкопанной в октябре. Дыхание корнеплодов с низким срезом головки на 35...40% интенсивнее, чем корнеплодов с нормальным срезом.

Весной дыхание корнеплодов становится интенсивнее. У крупных корнеплодов свеклы с меньшей удельной площадью поверхности и у корнеплодов с нормальным срезом головки интенсивность дыхания меньше, чем у мелких и у корнеплодов с высоким срезом головки. При развитии микрофлоры интенсивность дыхания сильно возрастает. Она зависит также и от сорта сахарной свеклы. У стойких к хранению сортов дыхание более равномерное, у нестойких – скачкообразное. При температуре хранения 1...2°C и относительной влажности воздуха в кагате 93...95% потери сахарозы на дыхание минимальны [1].

Для снижения интенсивности дыхания и подавления жизнедеятельности микроорганизмов используют картоцил – медьсодержащий 50%-ный смачивающий порошок в количестве 10г препарата на 1 т свеклы.

При хранении свеклы в кагатах без укрытия, особенно в теплое время года, происходит значительная потеря влаги корнеплодами (увядание). Из-за высокого водного дефицита нарушается стабильное состояние ферментов в корнеплодах и активизируется их деятельность, что способствует возникновению аэробного дыхания, особенно в поверхностных слоях корнеплода, и увеличению потери углеводов. Например, потери корнеплодами 10 % воды приводят к необратимым изменениям клеточных структур поверхностного слоя, вследствие чего насыщение свекловичных тканей влагой уже не может восстановить их нормальное дыхание. Поглощение кислорода корнеплодами с таким дефицитом влаги уменьшается почти на 30% по сравнению со свежесобранными, а выделение CO₂ возрастает в 4 раза [1].

В корнеплодах, потерявших 10...15% влаги, активность инвертазы, участвующей в гидролизе сахарозы, увеличивается в 5...7 раз. При интенсивном обезвоживании корнеплодов потери каждого процента влаги могут привести к увеличению среднесуточных потерь сахарозы на 0,005...0,01 % к массе свеклы. Анализ результатов исследований корнеплодов сахарной свеклы (свежесобранных и увядших), хранившихся в течение 60 суток показал, что чем выше увядания корнеплодов, тем больше потери сахарозы и ниже чистота свекловичного сока в свекле после хранения [1].

При увядании свеклы наряду с потерей массы снижаются модуль упругости и удельная электропроводность свекловичной ткани, изменяются и другие физические и химические показатели.

На потери углеводов при хранении свеклы отрицательно влияет прорастание (выход корнеплода из состояния покоя и появление ростков на верхушечной почке корнеплода), характеризующееся отношением массы ростков к массе корнеплодов. При прорастании усиливается дыхание, повышаются выделение теплоты и убыль сахарозы. Научно доказано, что чем выше интенсивность прорастания, тем больше потери сахарозы при хранении.

В кагатах корнеплоды прорастают неравномерно: в верхней части прорастаемость в два раза больше, чем на боковых сторонах, и в четыре раза больше, чем в нижней части. В проросших корнеплодах резко снижается концентрация щелочных металлов.

Свекла, убранная комбайнами без доочистки, особенно склонна к прорастанию. Интенсивнее прорастают корнеплоды в невентилируемых кагатах и в первую очередь те, на которых осталась верхушечная почка. Недоспелая свекла прорастает быстрее, чем спелая.

Основным звеном метаболизма, определяющим интенсивность и характер прорастания корнеплодов, являются процессы биосинтеза нуклеиновых кислот и белков, участвующих в образовании ростового материала. Скорость этих процессов зависит от температуры и влажности, сорта и спелости свеклы, степени обрезки головок. Но главным является температурный фактор. Например, при параллельном хранении корнеплодов в течение 60 суток при температуре 0...2 и 10°C в первом опыте свекла не проросла, а во втором – масса проросших корнеплодов составила 13,5% [1]. Наибольшую массу прироста дает верхушечная почка. Большей склонностью к прорастанию отличаются сорта сахаристой свеклы.

Для борьбы с прорастанием при уборке удаляют верхушку головки корнеплода и перед укладкой в кагаты корнеплоды обрабатывают 1%-ным раствором натриевой соли гидразиды малеиновой кисло-

ты (ГМК-На) в количестве 3...4 л/т. Интенсивность прорастания свеклы при этом уменьшается в 1,5...2 раза. При укладке на хранение корнеплодов с низким срезом головки или слегка подвяленных применять такой сильный ингибитор роста, как ГМК-На, нельзя. В этом случае используют 0,3%-ный раствор пирокатехина (3...4 л/т). Вялую свеклу ингибиторами роста не обрабатывают.

Корнеплоды с необрезанной головкой хранятся лучше, поэтому при длительном хранении целесообразно удалять только верхушечную почку, не трогая головку. В свекле, предназначенной для переработки без хранения, головку следует обрезать на уровне черешков листьев, так как в головке содержится значительно меньше сахара по сравнению с остальной массой корнеплода. Для снижения расхода химических реактивов и увеличения эффективности воздействия на подавление процессов прорастания, интенсивности дыхания, загнивания свеклы, убранной механизированным способом, разработан трехкомпонентный консервант КСД-1 который включает соединения ростиингибирующего и фунгицидного действия. Расход этого препарата меньше, чем сумма компонентов, использованных раздельно, но потери сахарозы в свекле при ее хранении примерно на 1/3 ниже по сравнению с необработанной свеклой.

Суберинизация – то способность корнеплодов свеклы образовывать на месте механического повреждения новую ткань – раневую перидерму, препятствующую проникновению в корнеплод инфекции. Опробковение поврежденной ткани начинается с отложения в оболочку поверхностных клеток стойкого химического вещества – суберина. Примерно через 2 недели после нанесения раны наступает лигнификация – пропитывание клеточных стенок лигнином. На 17...20-й день наблюдается деление клеток, что свидетельствует об образовании раневой перидермы. Образовавшаяся новая ткань по своему строению близка к естественной коже корнеплодов и обладает почти такими же защитными свойствами. Интенсивность образования раневой перидермы зависит от характера повреждения корнеплодов, их физического состояния, сорта, температурно-влажностного режима. При повышенных температурах (10...12°C) и содержании влаги (93...95%) свекловичная ткань затягивается быстрее. Наиболее интенсивно заживают свежесобранные корнеплоды, тогда как на подвяленных корнеплодах раневая перидерма образуется значительно медленнее. В корнеплодах с высоким водным дефицитом (более 10%) процесс суберинизации прекращается полностью, что служит причиной их быстрого загнивания. Активное проветривание кагатов способствует ускорению образования раневой перидермы.

На пораженных, подмороженных, цветущих и подвяленных корнеплодах, не устойчивых к хранению, энергично развиваются микроорганизмы и интенсифицируются процессы гниения. При этом теряется большое количество сахарозы и накапливаются сахара.

При соблюдении оптимальной температуры и относительной влажности воздуха в кагатах спелые и неповрежденные корнеплоды хорошо сопротивляются развитию микроорганизмов и болезнетворных бактерий (обладают естественным иммунитетом), так как здоровые клетки выделяют особые антитела – лизоцимы, угнетающие микроорганизмы. Микроорганизмы развиваются в первую очередь на отмерших клетках, а также на механически поврежденных, подмороженных и увядающих участках корнеплодов. Затем поражаются живые, но ослабленные клетки. Это видно из результатов хранения (таблица 1) корнеплодов свеклы с разной степенью повреждения в невентилируемых кагатах в течение 60 суток.

Таблица 1

Результаты хранения корнеплодов с разной степенью повреждения

Корнеплоды сахарной свеклы	Масса, %		Потери сахарозы, % к массе корнеплодов
	здоровых корнеплодов	гнилых корнеплодов	
1. Неповрежденные	83,3	1,1	2,6
2. С оборванными хвостиками	62,4	22,4	3,6
3. С отбитыми головками	31,9	23,7	5,3
4. Куски корнеплодов	15,2	32,5	6,9

Поэтому одним из главных условий предохранения сырья от порчи является его целостность, так как механические повреждения корнеплодов во время уборки, транспортирования и укладки на хранение способствуют появлению отмерших клеток и развитию на них микроорганизмов, приводящих к загниванию [3].

Уровень потерь сахарозы определяется не только интенсивностью микробиологических процессов, но и скоростью защитных реакций в ответ на механические и другие повреждения корнеплодов. Создание благоприятных условий для защитных реакций – обязательное требование, предъявляемое к современной технологии хранения свеклы.

Из практики хранения свеклы известно, что загнивание корнеплодов в кагатах – одна из главных причин потерь массы сахарозы, снижения технологических качеств сырья. Даже при частичном пора-

жении корнеплода реагирует весь организм, в результате чего меняется характер дыхания, резко повышается активность инвертазы.

Общая загрязненность корнеплодов, поступающих в завод, составляет 8...14%, из них до 25% с частично несрезанной головкой. Свободные примеси легко отделяются от корнеплодов при выгрузке и укладке их в кагаты, а связанные с корнеплодом примеси, попадая в кагаты, снижают пористость свекломассы и ухудшают приток кислорода воздуха, создавая тем самым благоприятные условия для возникновения анаэробного дыхания свеклы в кагатах.

Наличие зеленой массы способствует повышению температуры внутри кагата, так как дышит она интенсивнее корнеплодов и часто является причиной образования очагов микробиологического заражения. О наличии в кагате пораженных участков можно судить по повышению температуры вблизи датчиков, появлению на поверхности кагата мокрых пятен и выделению водяных паров. При появлении очага заболевания в кагате пораженные корнеплоды выбирают и отправляют на переработку. Вместо выбранных закладывают здоровые корнеплоды, обработанные гашеной известью. Поверхность кагата тщательно выравнивают и укрывают.

Зеленая масса содержит большое количество растворимых нес сахаров. Наличие в перерабатываемой свекле, например, 1% зеленой массы приводит к снижению чистоты диффузионного сока на 0,4...0,6% и повышению содержания сахарозы в мелассе на 0,2%. Большое количество примесей в свекле не только ухудшает условия ее хранения и качество получаемого диффузионного сока, но и увеличивает транспортные расходы на их перевозку, с большой перегрузкой работают очистные сооружения на сахарном заводе, с полей вывозится плодородная почва.

Подмороженная свекла непригодна для хранения, так как при оттаивании она быстро начинает гнить, ее трудно перерабатывать. В свеклосеющих районах первые заморозки часто начинаются в начале октября, в период массовой уборки свеклы. В это время часть выкопанных, но не вывезенных корнеплодов лежит в поле в валках, в неукрытых кучах и подмораживается. Когда масса вымороженной воды в тканях свеклы достигает критической величины (45%), происходят разрушение протоплазмы и повреждение клеточных стенок. Свекла охлаждается довольно быстро, например, при температуре охлаждающего воздуха минус 6°С за 2 ч промерзает около 1/3 массы корнеплода и кристаллизуется до 60% воды.

Для сохранения выкопанной свеклы от подмораживания необходимо строго соблюдать график выкапывания и вывозки ее на приемные пункты, а свеклу, оставленную в поле и не вывезенную в тот же день, укрыть землей или ботвой или соломенными матами.

Таким образом, комплексное применение всех элементов современных технологий и средств для хранения сахарной свеклы позволит обеспечить качественное сохранение корнеплодов, уменьшить потери массы свеклы и сахара и тем самым повысить экономический эффект от принятых решений.

Список использованных источников

1. Сапронов, А.Р. Технология сахарного производства. – 2-е изд., исправл. и доп. – М.: Колос, 1999. – 495с.
2. Тырнов, Ю.А. Машины и машинные технологии производства сахарной свеклы. Теоретические аспекты эффективного использования и ресурсосбережения. Основные требования / Ю.А. Тырнов, А.В. Балашов, В.С. Орлов, А.С. Дурманов, Ю.В. мельник. – Воронеж, 2001. – 162с.
3. Глазков Ю. Е., Доровских Д. В. Развитие информационного обеспечения управления АПК //Импортозамещающие технологии и оборудование для глубокой комплексной переработки сельскохозяйственного сырья [Электронный ресурс] : материалы I Всерос. конф. с междунар. участием / под общ. ред. Ю. В. Родионова ; ФГБОУ ВО «ТГТУ». – Тамбов : Издательский центр ФГБОУ ВО «ТГТУ», 2019. С. 524-530.

ОБОСНОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ УСТРОЙСТВА ВНЕСЕНИЯ КОНСЕРВАНТОВ

Зазуля А.Н.,

*ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», профессор, академик РАН,
профессор кафедры «Агроинженерия»,
ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт использования техники и нефтепродуктов в сельском хозяйстве», профессор, главный научный сотрудник
e-mail: zazulja_an@rambler.ru*

Ведищев С.М.,

*ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», доцент, заведующий кафедрой «Агроинженерия»,
e-mail: serg666_65@mail.ru*

Глазков А.Ю.,

*ООО ПО «Агротех», генеральный директор,
e-mail: glazkov.ay@mail.ru*

Обеспечение сбалансированным по основным питательным веществам кормом и эффективное рациональное использование растительного корма считается актуальной задачей кормопроизводства. Главным способом консервирования зеленой массы является заготовка сена, сенажа и силоса. Одним из перспективных методов считается силосование, при котором важное значение имеет применение химических и биологических консервантов (сочетание бактериальных заквасок и ферментных препаратов) [1, 2, 3].

При обычном силосовании в кормах за счет сбраживания, сахаров образуется молочная и уксусная кислоты, создается кислая среда (рН 3,9...4,0 и более), происходит подавление гнилостных и маслянокислых бактерий. Однако при недостатке в силосуемых кормах сахаров (особенно при силосовании бобовых трав), нарушении технологии закладки силоса происходит усиленное развитие нежелательной микрофлоры из-за слабого подкисления. В этом случае усиливается распад белка с образованием нежелательных продуктов, которые накапливаются в корме и при скармливании отрицательно влияют на обмен веществ и продуктивность животных. В кормах резко возрастают потери легкопереваримых питательных веществ.

Применение химических консервантов позволяет значительно снизить развитие маслянокислых и гнилостных бактерий, ингибировать активность ферментов кормовой массы и сократить интенсивность распада питательных веществ, по сравнению с обычным силосованием. Известно, что химическое консервирование многолетних трав позволяет получить корм высокого качества и сократить потери питательных веществ до 5,8%.

Равномерное распределение консерванта способствует получению корма, однородного по качеству. При неравномерном распределении консерванта слои корма с недостаточным его внесением, или совсем необработанные, получают недоокисленными, а слои с избыточным содержанием консерванта – переокисленными. Это снижает качество корма, уменьшает эффект от применения консервирующего средства и, в конечном итоге, ведет к отрицательному влиянию корма на клиническое состояние и продуктивность животных [4,5,9,10].

Способ внесения жидкого консерванта непосредственно при укладке в траншею состоит в следующем. Оборудование устанавливается на краю траншеи и загружается зеленой массой из транспортного средства (тракторные прицепы ПТС-4 и ПТС-6, автосамосвалы грузоподъемностью до 4 т);

при движении оборудования по траншее зеленая масса подается транспортом к битерам, которые сбрасывают ее на направляющую, затем масса формируется равномерным слоем и сходит на дно траншеи или на ранее уложенные слои обработанной зеленой массы;

одновременно в зону соприкосновения уложенного и укладываемого слоев подается из распылителей штанги дозированное количество консерванта;

обработанный консервантом слой уплотняется скользящим козырьком, установленным в задней части оборудования;

оборудование устанавливается в транспортное положение и возвращается задним ходом трактора на прием новой порции зеленой массы.

В результате проведенных испытаний установлено: экспериментальное оборудование обеспечивает укладку слоя зеленой массы толщиной от 50 до 100 мм с одновременным внесением консерванта на внешнюю поверхность уложенного и внутреннюю поверхность укладываемого слоев;

ширина укладываемого слоя 2 м; неравномерность внесения консерванта по поверхности слоя не превышает 5... 10±2%;

неравномерность внесения консерванта и его проникновение до 40 мм в зеленую массу (толщина слоя - 50...70 мм) составляет 20...34±4%, а через 2 ч после внесения консерванта снижается до 18...27±3%.

При увеличении толщины формируемого слоя зеленой массы неравномерность обработки будет превышать указанные пределы [6].

Наиболее простой – обработка растений на корню перед скашиванием. При урожайности силосных культур в пределах 20...30 т/га консервант вносят в количестве 8...12 г/м². Использование консерванта в такой дозе недостаточно для его распределения с допустимой равномерностью по всей поверхности. Практически только часть поверхности растений обрабатывается консервантом, который при измельчении и последующем перемешивании растительной массы равномерно распределится.

Для внесения консерванта в неплотный слой измельченной растительной массы можно использовать различные варианты.

1. Масса движется в закрытой камере и консервант вносят с одной стороны слоя.

Консервант подается в слой методом разбрызгивания (распыления) в поперечном направлении и проникает по всей его толщине, затем консервант в слое распространяется по линейному закону в виде треугольника (на входе в слой его подается максимальное значение, а на выходе подача равна нулю). В этом случае коэффициент неравномерности распределения консерванта после внесения его в растительную массу будет не ниже 58%, т. е. значительно выше допустимых пределов.

2. Консервант вносят в закрытой от наружной атмосферы камере в тонкий слой растительной массы таким образом, что часть консерванта проходит через слой. Прошедший через слой консервант попадает на стенки камеры и поглощается растительной массой, движущейся в камере. В этом варианте распределение консерванта в слое представляют в виде трапеции, что значительно снижает коэффициент неравномерности, который может быть доведен до уровня 20%.

3. Внесение консерванта с двух сторон неплотного слоя. С каждой стороны консервант вносится по схеме треугольника. В слое консервант распределяется в виде прямоугольника, а коэффициент неравномерности приближается к нулю. Двустороннее внесение консерванта в слой при соответствующем подборе его толщины позволяет достичь наиболее высокой равномерности распределения консерванта в слое.

Недостатком данного способа является потери консерванта в окружающую среду от испарения 23...32%.

Внесение консерванта под избыточным давлением внутрь слоя растительной массы в транспортном средстве (метод шприцевания). При таком способе внесения большая часть консерванта задерживается в измельченной массе корма, расположенной вблизи, и приводит к значительной неравномерности распределения консерванта. Некоторое перемешивание корма в процессе разгрузки транспортных средств и загрузки хранилищ незначительно повышает равномерность распределения консерванта.

Обычно применяют 12 игл. Учитывая средние размеры транспортного кузова в плане, можно принять, что одна игла должна обработать консервантом площадь диаметром 800 мм. Если принять максимальный радиус проникновения консерванта в слой $R = 200$ мм, то коэффициент неравномерности K_n определится величиной 280%, т. е. значительно выше допустимых пределов.

Практически K значительно меньше 200 мм, кроме того, по высоте слоя консервант тоже вносится неравномерно. Поэтому фактический коэффициент неравномерности распределения консерванта в объеме массы транспортного кузова будет выше вычисленного теоретическим путем. При выгрузке из транспортного кузова и в процессе загрузки массы в траншею происходит ее перемешивание, в результате чего консервант перераспределяется между частицами корма более равномерно.

Увеличение числа игл несколько снижает неравномерность распределения консерванта в растительной массе, но приводит к дополнительным трудностям, связанным с существенным повышением усилия, необходимого для внедрения игл в растительную массу.

Внесение консерванта методом разбрызгивания с одной стороны в слой, уложенный в хранилище. Технические возможности способа укладки растительной массы, например в траншеи с помощью бульдозера, позволяют получать слой толщиной 25...40 см. Равномерность внесения консерванта в такой слой зависит от глубины его проникновения. При глубине проникновения консерванта, равной толщине слоя, $K_n \geq 65\%$. Если, например, толщина слоя в 2 раза больше глубины проникновения консерванта, то $K_n \geq 134\%$, а если в 5 раз, то $K_n \approx 249\%$, т. е. намного выше допустимого уровня.

Для внесения жидких консервантов в растительную массу, уложенную в траншею в хозяйствах используют переоборудованные подкормщики-опрыскиватели типа ПОУ, ОН-400, вентиляторные садовые опрыскиватели типа ОВС-4 и ОВТ-1. Общим недостатком вышеперечисленного оборудования является то, что оно не обеспечивает равномерности внесения и необходимой точности дозирования.

ния консерванта в закладываемую массу корма. Кроме того, вследствие внесения консервантов на поверхность слоя обрабатывается только 1/3 часть массы слоя корма. Наиболее широкое применение для послойной обработки нашло оборудование, которое навешивается на бульдозер, предназначенный для трамбовки силосуемой массы.

Анализ способов обработки сочных кормов химическими консервантами показал, что глубина проникновения консерванта в слой зависит от его плотности, дозы консерванта и степени разведения водой. При плотности измельченной растительной массы 200...250 кг/м³ и дозе внесения консерванта в количестве 4 кг/т (средняя толщина слоя – 315 мм) получены следующие результаты:

Содержание консерванта в верхнем слое на глубине 35 мм примерно в 9 раз выше принятой дозы для всего слоя. Для уменьшения неравномерности внесения консервантов нужно по возможности снижать толщину слоя обрабатываемой растительной массы [6].

Потери жидких консервантов от испарения после внесения в слой определялись методом моделирования в специальных емкостях. Количество испарившегося консерванта и воды (из контрольных образцов) находилось посредством титрования образцов. Растительная масса клевера обрабатывалась консервантом с поверхности при плотности укладки слоя 200...250 кг/м³, что соответствовало плотности укладки без уплотнения верхнего слоя растительной массы в траншее.

Потери консерванта при обработке им растительной массы с поверхности слоя методом разбрызгивания составляют значительную величину через 10 мин после внесения. После 50 мин существенно увеличения потерь не происходит. Наибольшая интенсивность испарения наблюдается в период до 30 мин. Для снижения потерь консерванта его разводят водой, это особенно важно при высокой температуре воздуха [6].

Обработка растительного корма консервантами при заполнении хранилища, то есть на конечном этапе процесса заготовки силоса, позволяет устранить недостатки, присущие выше указанным способам химического консервирования. Данный технологический процесс отличается простотой, не требует установки специальных устройств на каждую кормоуборочную машину. Здесь можно совмещать операции по разравниванию, смешиванию и уплотнению свежескошенной и измельченной растительной массы с внесением консервантов; распределение консерванта по массе корма более равномерное.

Преимущество перечисленных способов внесения консервантов состоит в том, что не нарушается цикличность процесса силосования. К недостаткам относится то, что при вторичном проходе по свежеложенной массе в повторную обработку могут попадать нижние обработанные слои корма. Кроме того, дозирование происходит не по массе корма, а по его объему, что приводит к перерасходу консерванта, неравномерность распределения консерванта по объему ухудшает качество корма, снижает производительность труда.

Перспективным способ внесения жидкого консерванта является способ позволяющий совместить процесс транспортировки силосной массы от места разгрузки к месту укладки в траншею. Для этого можно использовать трактор со специальным навесным оборудованием расположенным на навеске трактора и имеющим возможность поднимать растительную массу на некоторую высоту. Агрегат используется вместо тракторов-трамбовщиков с бульдозерными навесками и выполняет основные функции по перемещению силосуемой массы от места выгрузки ее из транспортных средств до места укладки в траншеях с одновременным впрыском консерванта в объем перемещаемой массы. Количество консерванта, впрыскиваемого в растительную массу, точно соответствует массе растительного корма, перемещаемой агрегатом за один цикл [7,8].

Применение консерванта не устранит само по себе ошибок при заготовке кормов, он рассчитан на улучшение процессов брожения или угнетение очагов самосогревания при хранении. Органические кислоты или химические солевые соединения при консервации богатых белком кормов, попавших под дожди, одревенелых или перезревших трав помогают удерживать в рамках неправильный тип брожения или самовозгорание. Жидкие консерванты лучше поддаются распределению по сравнению с порошковыми. Без оптимального распределения консерванта с помощью специальных устройств экономического эффекта ожидать не стоит.

Список использованных источников

1. Техническое обеспечение животноводства: Учебник / А.И. Завражнов, С.М. Ведищев, М.К. Бралиев, А.В. Китун, В.И. Передня, Н.Н. Романюк, В.А. Бабушкин, В.Ф. Федоренко: Под ред. А.И. Завражнова. – СПб.: Издательство «Лань», 2018. – 516 с. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/108449>.
2. Технические средства в молочном скотоводстве / А.И. Завражнов, С.М. Ведищев, М.К. Бралиев и др. / Под ред. А.И. Завражнова. – Уральск: Зап.-Каз. агр.-техн. ун-т им. Жангир хана, 2017. – 411 с.
4. Механизация приготовления кормов. Часть 2 [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Ведищев С.М., Капустин В.П., Глазков Ю.Е., Прохоров А.В., Хольшев Н.В., Брусенков А.В., Милованов

- А.В. – Электрон. текстовые данные. – Тамбов: Тамбовский государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2015. – 127 с. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/64117.html>. – ЭБС «IPRbooks»
5. Завражнов, А.И. Применение импульсного метода внесения жидких рабочих растворов / А.И. Завражнов, А.Н. Омаров // Вестник Мичуринского государственного аграрного университета. – 2014. – №46. – С.41-43.
 6. Завражнов, А.И. Технологии и технические средства заготовки кормов. Рекомендации / А.И. Завражнов, М.М. Константинов, А.П. Козловцев, А.П. Ловчиков, Л.А. Клаузер - Издательство: Мичуринский государственный аграрный университет. – 2012. – 42 с.
 7. Бочарова, Е.Г. Разработка и обоснование параметров навесного смесителя к трактору-трамбовщику для приготовления силоса в траншеях: Дис. ... канд. техн. наук: Спец: 05.20.01. – Саратов, 1985. – 248 с.
 8. Глазков, Ю.Е., Попов А.И. Моделирование распределения консерванта в растительной массе / Ю.Е. Глазков, А.И. Попов // Научная конференция ТГТУ. – Тамбов, 1996. – С.53.
 9. Курочкин И.М., Глазков Ю.Е., Попов А.И. Конструирование машин на основе моделирования химико-технологических процессов при переработке растительных кормов. /Конструирования, использование и надежность машин сельскохозяйственного назначения. Сборник статей. – Брянск: Изд-во Брянского государственного аграрного университета, 2003. – С. 15-21.
 10. Доровских В.И., Доровских Д.В. Принципы управления качеством технологических процессов в молочном животноводстве / Наука в центральной России. - 2014 - №6(12). - С.22-28.
 11. Доровских В.И., Доровских Д.В. Анализ влияния качества технологических процессов на эффективность производства молока / Наука в центральной России 2018. № 3 (33). С. 36 - 41.

УДК 631.171

68.39.15Корма и кормление сельскохозяйственных животных

ЗАТРАТЫ МОЩНОСТИ ШНЕКОВОГО ДОЗАТОРА

Котовская В.О.,

*ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», студент,
e-mail: viktoria.kotovskaja@yandex.ru*

Ведищев С.М.,

*ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», доцент,
заведующий кафедрой «Агроинженерия»,
e-mail: serg666_65@mail.ru*

Завражнов А.И.,

*ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», профессор,
академик РАН, профессор кафедры «Агроинженерия»,
ФГБОУ ВО «Мичуринский государственный аграрный университет», профессор,
академик РАН, главный научный сотрудник
e-mail: zavrazhnov@mgau.ru*

Кажияхметова А.А.,

*ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», аспирант,
Западно-Казахстанский инновационно-технологический университет, старший
преподаватель кафедры техники и технологии
e-mail: aiioka@mail.ru*

Ткачев А.С.,

*ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», аспирант,
e-mail: tas.36@yandex.ru*

Одной из основных целей развития сельского хозяйства является повышение обеспечения населения страны качественными продуктами питания, выполнение которой во многом зависит от эффективности работы сельскохозяйственных товаропроизводителей: от личного подворья до крупных сельскохозяйственных холдингов [1, 2, 3].

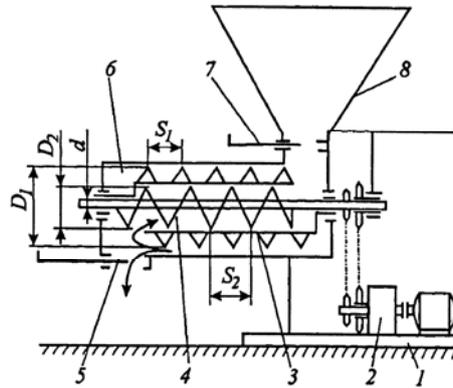
Один из путей повышения эффективности производства высококачественной продукции на малых и средних фермах – техническое и технологическое перевооружение и реконструкция на основе

наиболее перспективной. В России энергоёмкость вдвое выше, чем в странах Европы и США, что связано в первую очередь с устаревшими технологиями, техникой и оборудованием, а также климатическими условиями.

Широкое распространение для дозирования кормов нашли шнековые устройства. Это связано с надёжностью, простотой конструкции, а также универсальностью данного вида устройств. Шнековые устройства хорошо работают при дозировании сыпучих кормовых смесей. Они надёжны в работе, могут работать в дискретном и непрерывном режимах, в горизонтальном и наклонном положениях, обладают высокой регулировочной возможностью [3, 4, 5, 6, 7].

У шнекового дозатора загрузочная и выгрузная части дозирующего шнека 3 (рисунок 1) соединены каналом обратного хода, в котором установлен реверсивный шнек 4. Выгрузное отверстие дозирующего шнека перекрыто заслонкой 5 [4, 7, 8, 9].

При работе дозатора корм из бункера 8 поступает на загрузочную часть дозирующего шнека 3 через открытую отсекающую заслонку 7 и далее транспортируется к зоне выгрузки дозирующим шнеком 3. В режиме раздачи часть корма, определяемого положением регулирующей заслонкой 5 дозатора выдается в кормушку, а излишки захватываются реверсирующим шнеком 4 и транспортируются в зону загрузочного окна. В режиме перемещения кормораздатчика между кормушками заслонка 5 закрыта. При такой схеме обеспечивается принудительное циркулирование корма при постоянно работающих шнеках 3 и 4, равномерно заполняется межвитковое пространство дозирующего шнека 3, исключается подпрессовка, увеличивается точность дозирования или качество смешивания [2, 5, 7].



1 – рама привода; 2 – привод шнеков; 3 – дозирующий шнек; 4 – канал обратного хода с реверсивным шнеком; 5 - регулирующая заслонка; 6 – кожух шнека; 7 – отсекающая заслонка; 8 – бункер

Рисунок 1 – Схема шнекового дозатора

Суммарная мощность на привод дозатора складывается из затрат мощности на привод дозирующего и реверсирующего шнеков [2, 7]:

$$P = \Sigma P_{\partial} + \Sigma P_p, \quad (1)$$

где ΣP_{∂} , ΣP_p - мощность на привод дозирующего и реверсирующего шнеков соответственно, Вт.

Мощность на привод дозирующего шнека [3, 10]:

$$\Sigma P_{\partial} = P_{1g} + P_{2g} + P_{3g} + P_{5g} + P_{6g}, \quad (2)$$

где P_{1g} , P_{2g} , P_{3g} , P_{5g} , P_{6g} , - мощность на преодоление подъёма или спуска корма в желобе, по преодолению сопротивления трения о желоб дозирующего шнека, на преодоление сопротивления трения о винт, на преодоления трения в упорных подшипниках, на преодоление сопротивления внутреннего трения в транспортируемом корме соответственно, Вт.

Мощность на преодоление подъёма или спуска [3, 10]:

$$P_{1g} = W_{1g} \cdot V_{mpg}, \quad (3)$$

где W_{1g} - сопротивление спуску (подъёму) корма, Н; V_{mpg} - осевая скорость перемещения корма по желобу дозирующего шнека, м/с.

После преобразования получим:

$$P_{1g} = \pm \frac{\pi(D_2^2 - D_1^2) \cdot S_1 \cdot n_1 \cdot \rho \cdot \varphi_{зан} \cdot g \cdot L_{\partial} \cdot \sin \beta}{4}, \quad (4)$$

где D_2, D_1 – диаметр винта и вала дозирующего шнека, соответственно, м; S_1 – шаг винта, м; n_1 – частота вращения вала, c^{-1} ; ρ – насыпная плотность корма, kg/m^3 ; $\varphi_{зан}$ – коэффициент заполнения шнека кормом; β – угол наклона шнека к горизонту, град; L_∂ – длина дозатора, м.

Мощность на преодоления сопротивления трения корма о желоб дозирующего шнека [3, 10]:

$$P_{2g} = W_{2g} \cdot V_{mpg}, \quad (5)$$

где W_{2g} – сопротивление трения корма о желоб в дозирующем шнеке, Н.

Сопротивление трения корма о желоб в дозирующем шнеке [3, 10]:

$$W_{2g} = g \cdot q_p \cdot L_\partial \cdot f_{cm} \cdot \cos \beta, \quad (6)$$

где q_p – полный удельный вес корма в желобе шнека, kg/m ; f_{cm} – коэффициент трения корма о желоб.

Или после преобразования:

$$P_{2g} = \frac{\pi(D_2^2 - D_1^2) \cdot S_1 \cdot n_1 \cdot \rho \cdot \varphi_{зан} \cdot g \cdot L_\partial \cdot f_{cm} \cdot \cos \beta}{4}. \quad (7)$$

Мощность на преодоление сопротивления трения корма о винт дозирующего шнека [3, 10]:

$$P_{3g} = W_{3g} \cdot V_{окр}, \quad (8)$$

где W_{3g} – сопротивление трения корма о винт дозирующем шнеке, Н; $V_{окр}$ – окружная скорость перемещения спирали винта дозирующем шнеке относительно корма, м/с.

После преобразования получим:

$$P_{3g} = \frac{\pi^3 D_2 L_g g (D_2^2 - D_1^2) \cdot \rho \cdot \varphi_{зан} K_0 n_1 (D_2 + D_1)}{16 \cdot S_1} (f_{cm} \cos \beta \pm \sin \beta), \quad (9)$$

где K_0 – коэффициент, $K_0 = 0,7 \dots 0,9$.

Мощность на преодоления сопротивления трения в упорных подшипниках [3, 10]:

$$P_{5g} = W_{5g} \cdot V_n, \quad (10)$$

где W_{5g} – сопротивление трения в упорных подшипниках, Н; V_n – окружная скорость в подшипнике, м/с.

После преобразования

$$P_{5g} = \frac{\pi^2 (D_2^2 - D_1^2) \cdot \rho \cdot g \cdot \varphi_{зан} \cdot L_g \cdot D_2 \cdot f_{ng} \cdot d_n \cdot n_1}{4 \cdot S_1} (f_{cm} \cdot \cos \beta \pm \sin \beta), \quad (11)$$

где f_n – коэффициент трения в подшипнике; d_n – диаметр подшипника, м.

Мощность на преодоление сопротивления внутреннего трения в транспортируемом корме [3, 10]:

$$P_{6g} = W_{6g} \cdot V_{окр}, \quad (12)$$

где W_{6g} – сопротивление внутреннего трения в транспортируемом корме, Н.

После преобразования получим:

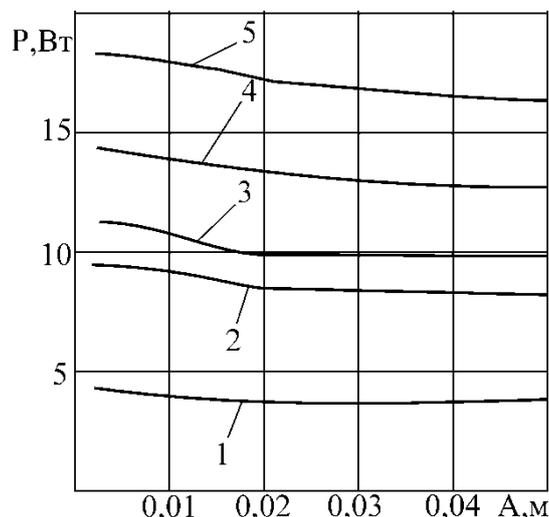
$$P_{6g} = \frac{\pi^3 (D_2^2 - D_1^2) \cdot L_g \cdot D_2 \cdot \rho \cdot g \cdot \varphi_{зан} \cdot (1 - R_2) \cdot K_0 \cdot n_1 (D_2 + D_1) \cdot f_2}{16 \cdot S_1}. \quad (13)$$

где R_2 – коэффициент скорости подачи, $R_2 = 0,6 \dots 0,7$ [3, 10]; f_2 – коэффициент внутреннего трения.

Затраты мощности на привод реверсивного шнека рассчитываются по выражениям (2) – (13), как для дозирующего шнека с учетом коэффициента заполнения межвиткового пространства реверсивного шнека φ_{bi} .

Анализ зависимости изменения удельных энергозатрат от положения регулирующей заслонки (рисунок 2) показывает, что они имеют нелинейный характер [3, 5].

При величине открытия заслонки менее 0,15 м наблюдается резкое увеличения суммарных затрат мощности на привод шнекового дозатора. Это связано с увеличением количества циркулирующей кормовой смеси в активном канале обратного хода и роста мощности на привод реверсивного шнека, особенно при частоте вращения шнеков менее 3,00 c^{-1} .



1-5– теоретические зависимости (1 - $n=1,05 \text{ с}^{-1}$; 2 - $n=1,87 \text{ с}^{-1}$; 3 - $n=2,20 \text{ с}^{-1}$; 4 - $n=2,93 \text{ с}^{-1}$; 5 - $n=3,90 \text{ с}^{-1}$)

Рисунок 2 – Зависимости изменения затрат мощности на привод шнекового дозатора от положения регулирующей заслонки

Из анализа графиков результатов аналитических исследований (рис. 2) можно сделать вывод, что рациональные параметры дозатора с активным каналом обратного хода по критерию суммарных затрат мощности на привод шнекового дозатора находятся в следующих пределах: частота вращения от $2,9$ до $3,9 \text{ с}^{-1}$; положение регулирующей заслонки более $0,015 \text{ м}$. При этих параметрах затраты мощности составляют от 15 до 18 Вт .

Заключение.

1. Аналитическими исследованиями выявлена взаимосвязь конструктивных и режимных параметров шнекового дозатора на суммарные затраты мощности в процессе дозирования сухой рассыпной кормосмеси.

2. Для определения рациональных конструктивно-технологических параметров дозатора установлены управляющие факторы (положение регулирующей заслонки и частота вращения шнеков), уровни их варьирования, критерии оценки - зависимости суммарных затрат мощности.

3. Результаты исследования процесса дозирования шнековым дозатором по показателю суммарных затрат мощности находятся в следующих пределах: при частоте вращения $1,05-3,9 \text{ с}^{-1}$ и положении заслонки $A=0,006-0,020 \text{ м}$ суммарные затраты мощности в пределах $3,5-18 \text{ Вт}$. При частоте вращения менее $3,0 \text{ с}^{-1}$ и положении заслонки менее $0,15 \text{ м}$ возрастают суммарные затраты мощности из-за увеличения количества циркулирующей кормовой смеси в активном канале обратного хода и роста мощности на привод реверсивного шнека.

Список использованных источников

1. Ведищев, С.М. Технологическое обслуживание машин в агропромышленном комплексе / С.М. Ведищев, В.П. Капустин, А.В. Прохоров, Ю.Е. Глазков, Е.А. Ефремова // Совершенствование системы подготовки и дополнительного профессионального образования кадров для агропромышленного комплекса: Материалы национальной научно-практической конференции 22 ноября 2018 года. – Рязань: Издательство Рязанского государственного агротехнологического университета, 2019. – Часть 1. – С. 113 -118.
2. Ведищев, С.М. Шнековый дозатор с регулированием нормы выдачи в зоне выгрузного окна / С.М. Ведищев, А.Ю. Нефедов, А.А. Кажияхметова, М.А. Мамедова, Е.А. Кочергина // Совершенствование системы подготовки и дополнительного профессионального образования кадров для агропромышленного комплекса: Материалы национальной научно-практической конференции 14 декабря 2017 года. – Рязань: Издательство Рязанского государственного агротехнологического университета, 2017. – Часть 2. – С. 50 -54.
3. Коба, В.Г. Машины для раздачи кормов. Теория и расчёт / В.Г. Коба. - Саратов: Изд. Саратовского СХИ, 1974. – 140 с.
4. Ведищев, С.М. Двухшнековый дозатор / С.М. Ведищев, А.В. Прохоров, А.Ю. Глазков // Повышение эффективности использования ресурсов при производстве сельскохозяйственной продукции - новые технологии и техника нового поколения для растениеводства и животноводства: Сборник

- научных докладов XVII Международной научно-практической конференции 06 ноября 2013 г. - Тамбов: Изд-во Першина Р.В., 2013. - С. 113-115.
5. Ведищев, С.М. Исследование влияния величины открытия выгрузной заслонки на качественные показатели шнекового дозатора с каналом обратного хода / С.М. Ведищев, А.Н. Зазуля, Д.Н. Балахонова, В.В. Сорокин, М.А. Гарина // Прогрессивные техника и технологии обеспечения эффективности АПК: сб. науч. тр. междунар. конф.; редкол.: Зазуля А.Н. и [др.]. - Тамбов: Изд-во Першина Р.В., 2015. - С.9-11.
 6. Ведищев, С.М. Кормораздатчик для свиней со шнековыми дозаторами / С.М. Ведищев, В.Т. Щедрин, А.В. Козлов // Вестник Мичуринского государственного аграрного университета. - 2001. - Т.1. - №4. С. 49-50.
 7. Ведищев, С.М. Управление подачей дозатора с изменяющимся шагом шнека / С.М. Ведищев, А.В. Прохоров // Вопросы современной науки и практики. Университет им. В.И. Вернадского. - 2014. - №4(54). - С.81-85.
 8. Ведищев, С.М. Дозатор кормов / С.М. Ведищев, А.В. Прохоров, С.В. Мешков, А.С. Тарасов // Фундаментальные и прикладные исследования. инновационные технологии. профессиональное образование: Сб. трудов XI науч. конф. ТГТУ. - В 2 ч. - Тамбов: Изд-во Тамбов. гос. техн. ун-та, 2006. - Ч.2. - С. 31-32.
 9. Ведищев, С.М. Шнековый дозатор с каналом обратного хода / С.М. Ведищев, Д.Н. Балахонова, В.В. Сорокин, М.А. Гарина, А.В. Козлов // Наука в центральной России. - 5(17). - 2015. - С. 29-33.
 10. Кузьмин, А.В. Справочник по расчету механизмов подъемно-транспортных машин / А.В. Кузьмин. - Минск: Высш. шк., 1983. - 350 с.
 12. Ведищев, С.М. Кормораздатчик со шнековым дозатором с каналом обратного хода / С.М. Ведищев, Д.Н. Балахонова, М.А. Гарина, В.В. Сорокин // Прогрессивные техника и технологии обеспечения эффективности АПК: сб. науч. тр. междунар. конф.; редкол.:Зазуля А.Н. и [др.]. - Тамбов: Изд-во Першина Р.В., 2015. - С.20-24.

УДК 631.171

68.39.15Корма и кормление сельскохозяйственных животных

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ЗАТРАТ МОЩНОСТИ ШНЕКОВОГО ДОЗАТОРА

Котовская В.О.,

*ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», студент,
e-mail: viktoria.kotovskaja@yandex.ru*

Ведищев С. М.,

*ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», доцент, заведующий
кафедрой «Агроинженерия»,
e-mail: serg666_65@mail.ru*

БралиевМ.К.,

*РГП «Западно-Казахстанский аграрно-технический университет имени Жангир хана», доцент,
доцент высшей школы Агроинженерии
e-mail: aishева.laura@mail.ru*

Кажияхметова А. А.,

*ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», аспирант,
Западно-Казахстанский инновационно-технологический университет, старший преподаватель
кафедры техники и технологии
e-mail: aiioka@mail.ru*

ТкачевА. С.,

*ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», аспирант,
e-mail: tas.36@yandex.ru*

Свиноводство позволяет в короткие сроки получать большое количество мяса. Для реализации высокого потенциала роста свиней необходимо обеспечить соответствие потребляемой энергии, отдельных питательных и биологически активных веществ в определенных количествах и соотношениях. Технология, обеспечивающая наименьшую энергоёмкость конечных видов продукции, является

наиболее перспективной. Целью исследования является выявление рациональных параметров шнекового дозатора с активным каналом обратного хода для сухих рассыпных кормосмесей по показателю минимальных затрат мощности [1, 2, 3, 4].

Широкое распространение для раздачи кормов нашли шнековые рабочие органы, позволяющие выдавать различные по составу и консистенции корма [2, 3, 4, 6, 7, 8]. У шнекового дозатора загрузочная и выгрузная части транспортирующего шнека соединены каналом обратного хода, в котором установлен реверсивный шнек [2, 4, 5, 6, 9, 10]. Суммарная мощность на привод дозатора складывается из затрат мощности на привод транспортирующего и возвратного шнеков. При проведении исследований дозатора были определены факторы, уровни их варьирования. Анализ результатов экспериментальных исследований позволяет сделать вывод, что рациональные параметры дозатора с активным каналом обратного хода по критерию затрат мощности на дозирование зависят от частоты вращения рабочих органов и положения регулирующей заслонки [2, 4, 5, 6, 7].

Определение показателей дозатора производилось при следующих условиях (таблица 1): уровень корма в бункере поддерживался на высоте 0,5 м; величина открытия заслонки устанавливалась в соответствии с условиями эксперимента; частоту вращения задавалась при помощи частотного преобразователя E2-8300 в пределах от 1,03 до 3,90 с⁻¹, сила тока и напряжение контролировались по показаниям вольтметра и амперметра. Исследования проводились на сухой рассыпной кормосмеси: объемная масса - 496 кг/м³; влажность - 12,1 %; размер характерных частиц - 1,51 мм, коэффициент внутреннего и внешнего трения - 0,56 и 0,43 соответственно.

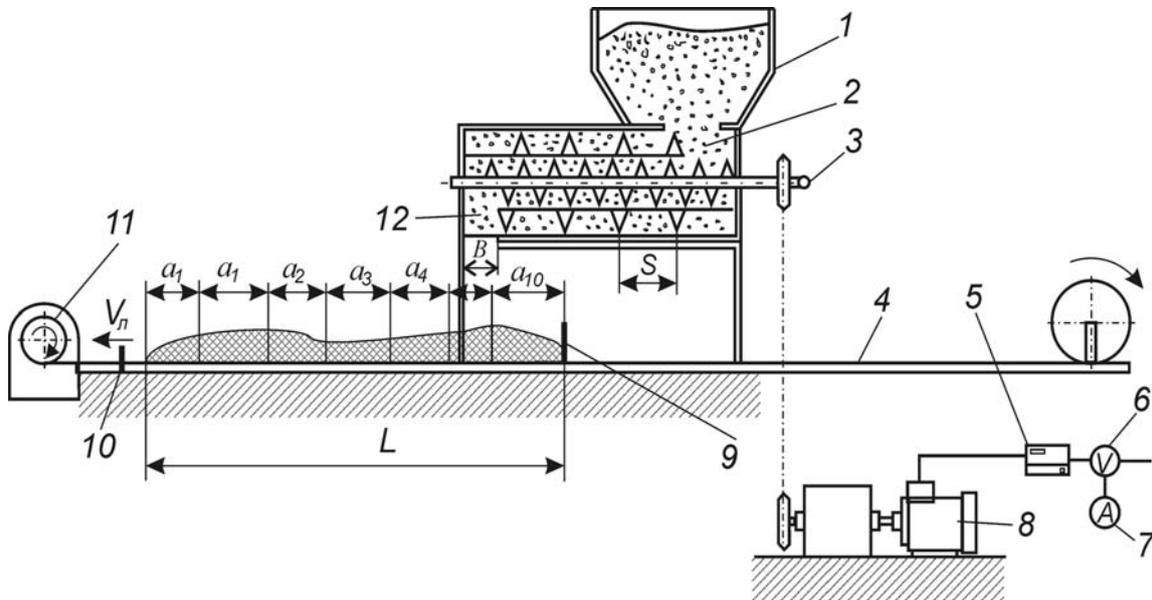
Таблица 1

Факторы, уровни их варьирования, критерии оценки шнекового дозатора

Лабораторная установка	Конструктивно-кинематические параметры	Уровни варьирования факторов	Критерии оценки
Шнековый дозатор	Величина открытия дозирующей заслонки, А, м	0,006; 0,010; 0,014; 0,020; 0,050	Зависимости: Мощность, Р, Вт
	Частота вращения, n, с ⁻¹ .	1,05; 1,87; 2,20; 2,93; 3,90	

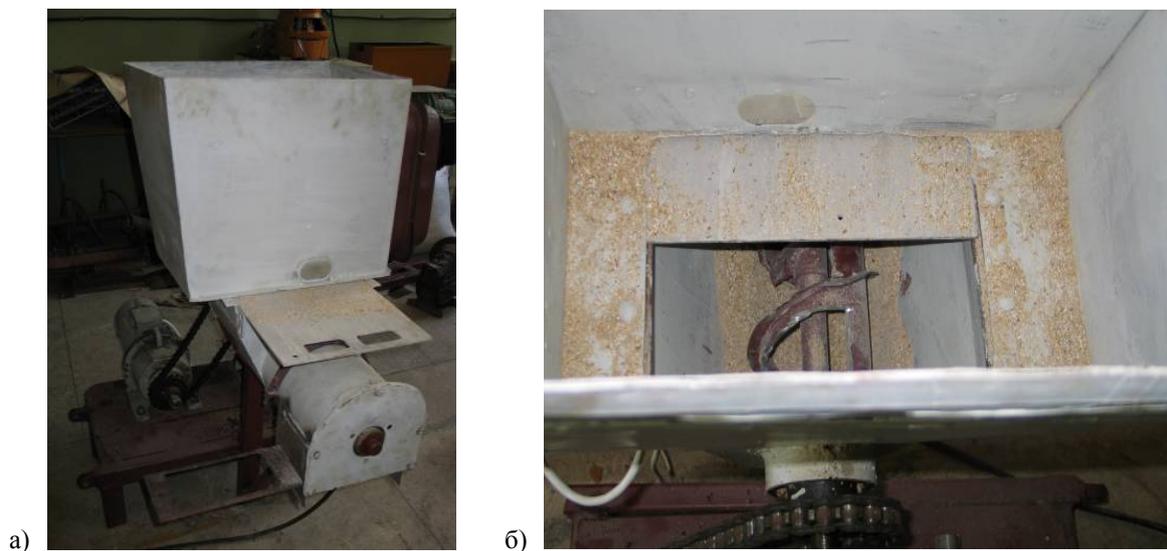
Схема и общий вид экспериментальной установки представлены на рисунках 1 и 2.

Зависимости изменения суммарных затрат мощности от положения дозирующей заслонки (рисунок 3) имеют нелинейный характер [5, 6, 9, 11].

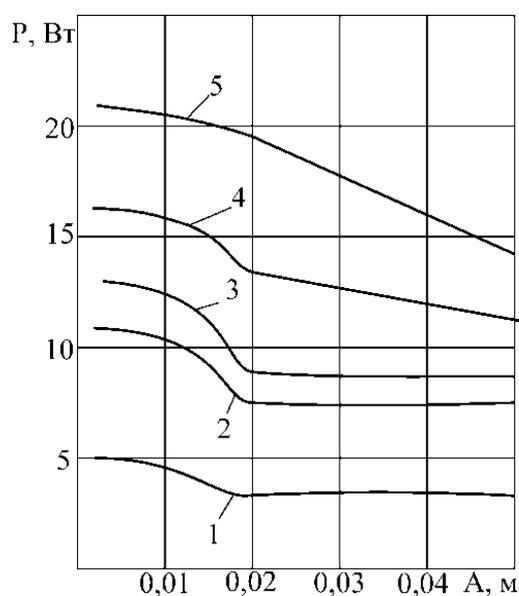


1 – бункер; 2 – загрузочный участок шнека; 3 – тахометр; 4 – ленточный транспортер;
5 – частотный преобразователь; 6 – вольтметр; 7 – амперметр; 8 - привод шнекового дозатора;
9 – контрольная точка; 10 – автоматический выключатель; 11 – привод ленточного транспортера;
12 – выгрузной участок шнека

Рисунок 1 - Схема экспериментальной установки шнекового дозатора



а) общий вид дозатора; б) вид загрузочного окна
 Рисунок 2 – Общий вид экспериментальной установки шнекового дозатора



1 - $n=1,05 \text{ c}^{-1}$; 2 - $n=1,87 \text{ c}^{-1}$; 3 - $n=2,20 \text{ c}^{-1}$; 4 - $n=2,93 \text{ c}^{-1}$; 5 - $n=3,90 \text{ c}^{-1}$

Рисунок 3 – Экспериментальные зависимости изменения суммарных затрат мощности на привод шнекового дозатора от положения дозирующей заслонки

Анализ зависимости изменения суммарных затрат мощности от положения дозирующей заслонки (рисунок 3) показывает, что они имеют нелинейный характер [3, 5]. При открытии дозирующей заслонки менее чем на 0,014 м наблюдается резкий рост затрат мощности из-за того, что при таких положениях дозирующей заслонки подача дозирующего шнека превышает подачу через выгрузное окно, что приводит к подпрессовке корма в зоне выгрузного окна, при этом избыточное количество корма возвращается по каналу обратного хода (реверсивному шнеку) в зону загрузки.

Из анализа графиков результатов экспериментальных исследований (рисунок 3) можно сделать вывод, что рациональные параметры дозатора с активным каналом обратного хода по критерию суммарных затрат мощности на дозирование находятся в следующих пределах: частота вращения от 2,9 до 3,9 c^{-1} ; положение дозирующей заслонки от 0,015 до 0,050 м. При этих параметрах мощности изменяется от 3,5 до 20,1 Вт.

Заключение

1. Для определения рациональных конструктивно-технологических параметров дозатора с активным каналом обратного хода установлены управляющие факторы (положение дозирующей заслонки и частота вращения шнека), уровни их варьирования, критерии оценки - зависимости мощности.

2. Результаты исследования процесса дозирования шнековым дозатором по показателю суммарных затрат мощности находятся в следующих пределах: при частоте вращения 2,9-3,9 с⁻¹ и положении заслонки $A=0,015-0,020$ м. При частоте вращения более 3,9 с⁻¹ возрастают суммарные затраты мощности из-за подпрессовки корма.

Список использованных источников

1. Ведищев, С.М. Технологическое обслуживание машин в агропромышленном комплексе / С.М. Ведищев, В.П. Капустин, А.В. Прохоров, Ю.Е. Глазков, Е.А. Ефремова // Совершенствование системы подготовки и дополнительного профессионального образования кадров для агропромышленного комплекса: Материалы национальной научно-практической конференции 22 ноября 2018 года. – Рязань: Издательство Рязанского государственного агротехнологического университета, 2019. – Часть 1. – С. 113 -118.
2. Ведищев, С.М. Шнековый дозатор с регулированием нормы выдачи в зоне выгрузного окна / С.М. Ведищев, А.Ю. Нефедов, А.А. Кажияхметова, М.А. Мамедова, Е.А. Кочергина // Совершенствование системы подготовки и дополнительного профессионального образования кадров для агропромышленного комплекса: Материалы национальной научно-практической конференции 14 декабря 2017 года. – Рязань: Издательство Рязанского государственного агротехнологического университета, 2017. – Часть 2. – С. 50 -54.
3. Коба, В.Г. Машины для раздачи кормов. Теория и расчёт / В.Г. Коба. - Саратов: Изд. Саратовского СХИ, 1974. – 140 с.
4. Ведищев, С.М. Двухшнековый дозатор / С.М. Ведищев, А.В. Прохоров, А.Ю. Глазков // Повышение эффективности использования ресурсов при производстве сельскохозяйственной продукции - новые технологии и техника нового поколения для растениеводства и животноводства: Сборник научных докладов XVII Международной научно-практической конференции 06 ноября 2013 г. - Тамбов: Изд-во Першина Р.В., 2013. - С. 113-115.
5. Ведищев, С.М. Исследование влияния величины открытия выгрузной заслонки на качественные показатели шнекового дозатора с каналом обратного хода / С.М. Ведищев, А.Н. Зазуля, Д.Н. Балахонова, В.В. Сорокин, М.А. Гарина // Прогрессивные техника и технологии обеспечения эффективности АПК: сб. науч. тр. междунар. конф.; редкол.: Зазуля А.Н. и [др.]. - Тамбов: Изд-во Першина Р.В., 2015. - С.9-11.
6. Ведищев, С.М. Кормораздатчик для свиней со шнековыми дозаторами / С.М. Ведищев, В.Т. Щедрин, А.В. Козлов // Вестник Мичуринского государственного аграрного университета. - 2001. - Т.1. - №4. С. 49-50.
7. Ведищев, С.М. Управление подачей дозатора с изменяющимся шагом шнека / С.М. Ведищев, А.В. Прохоров // Вопросы современной науки и практики. Университет им. В.И. Вернадского. - 2014. - №4(54). - С.81-85.
8. Ведищев, С.М. Дозатор кормов / С.М. Ведищев, А.В. Прохоров, С.В. Мешков, А.С. Тарасов // Фундаментальные и прикладные исследования. инновационные технологии. профессиональное образование: Сб. трудов XI науч. конф. ТГТУ. - В 2 ч. - Тамбов: Изд-во Тамбов. гос. техн. ун-та, 2006. - Ч.2. - С. 31-32.
9. Ведищев, С.М. Шнековый дозатор с каналом обратного хода / С.М. Ведищев, Д.Н. Балахонова, В.В. Сорокин, М.А. Гарина, А.В. Козлов // Наука в центральной России. - 5(17). - 2015. - С. 29-33.
10. Ведищев, С.М. Кормораздатчик со шнековым дозатором с каналом обратного хода / С.М. Ведищев, Д.Н. Балахонова, М.А. Гарина, В.В. Сорокин // Прогрессивные техника и технологии обеспечения эффективности АПК: сб. науч. тр. междунар. конф.; редкол.:Зазуля А.Н. и [др.]. - Тамбов: Изд-во Першина Р.В., 2015. - С.20-24.

БУНКЕРНЫЕ КОРМОРАЗДАТЧИКИ ДЛЯ СВИНЕЙ

Кочергина Е. А.,

*ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», магистрант,
e-mail: nene-larsen@rambler.ru*

Кажияхметова А. А.,

*ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», аспирант,
Западно-Казахстанский инновационно-технологический университет, старший преподаватель
кафедры техники и технологии
e-mail: aiioka@mail.ru*

Ткачев А. С.,

*ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», аспирант,
e-mail: tas.36@yandex.ru*

Нарижной Д.Ю.,

ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», магистрант,

Рзянин Н.С.,

*ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», студент,
e-mail: rzyinnik1699@gmail.com*

В настоящий момент в мире применяются разнообразные по конструкции и техническим характеристикам кормораздатчики для свиней. В основном кормораздатчики выпущены в массовом производстве, но также есть и отдельные образцы, разработанные в научно-исследовательских институтах, университетах, а также разработанные специалистами предприятий [3, 9, 11, 12].

Данные машины различаются как по конструктивным решениям, так и по выполняемым операциям. В текущее время в свиноводстве применяются кормосмеси в сухом, влажном и жидком (полужидком) виде. Основными видами содержания поголовья свиней являются: индивидуальное, индивидуально-групповое и групповое [1-4, 6, 7, 10-12]. В зависимости от вида поголовья свиней зависит не только их содержание, но также и выбор рациона кормления, что приводит к затруднению при механизации раздачи кормов.

Из известных классификаций кормораздатчики подразделяются на стационарные и мобильные [3, 9, 11, 12].

Стационарные кормораздатчики осуществляют выдачу сухих, влажных и жидких кормов, а также пищевых отходов и концентратов. Такие кормораздатчики не имеют ходовой части и предназначены для раздачи кормов в свинарнике, где они установлены.

На свиноводческих фермах применяются следующие типы стационарных кормораздатчиков: автоматический кормораздатчик для дозированной выдачи гранулированных и рассыпных комбикормов ОКС-1000, тросо-шайбовый кормораздатчик КШ-0,5, линии с тросо-шайбовыми раздатчиками для раздачи кормов в кормушки ОСМ-120 или линия ОСО-2400, раздатчики типа УЗК-25, РКС-5, ПРКС-6. В комплект такого оборудования, как правило, входят: бункер с выгрузным устройством, кормопровод с транспортером внутри, дозаторы над каждым местом кормления, механизм открывания и закрытия дозаторов. Применяют также весовые устройства для равномерного распределения и увлажнения кормов при выгрузке их в кормушки. Для перемещения сухих кормов по кормопроводам применяют штанговые, цепные, тросы (с шайбами) и спиральные транспортеры [3, 9, 11, 12].

Достоинство стационарных кормораздатчиков в том, что они более предрасположены к автоматизации процесса раздачи корма и занимают меньше места.

Мобильные кормораздатчики, в сравнении со стационарными, более производительны, имеют небольшую энергоемкость и малую металлоемкость. Преимуществом этого типа раздатчиков является также простота конструкции и надежность в работе.

Низкий коэффициент использования стационарных кормораздатчиков, из-за способности раздавать только определенный вид корма (в основном сухой и жидкий), приводит к все большему применению мобильных кормораздатчиков [3].

Для обоснования конструктивно-технологической схемы кормораздатчика, с учетом существующих классификаций [3, 9, 11, 12], разработана классификация и проведен анализ бункерных кормораз-

датчиков для свиней. Согласно классификации, представленной на рисунке 1, все бункерные кормораздатчики можно подразделить: по роду использования, по назначению, по виду смешивающего органа, по условиям применения, по типу рабочего органа, подающего корм к выгрузному дозирующему устройству, по виду и консистенции выдаваемых кормов [1-4, 7-9, 11, 12].

По роду использования кормораздатчики подразделяются на две большие группы: мобильные и ограниченной мобильности.

Мобильные кормораздатчики агрегируются с трактором или автомобилем и могут перемещаться от кормоцеха к свинарникам и раздавать корм внутри одного или нескольких помещений, на выгульных площадках и летних лагерях. Одним из основных достоинств таких кормораздатчиков является высокий коэффициент использования [5, 8, 9, 11, 12].

Кормораздатчик КТС-Ф-1,0 применяется в основном для мелких свиноводческих ферм. Смонтированный на тракторном шасси Т-16 кормораздатчик, предназначен для смешивания и раздачи полужидких и влажных кормов, рабочие органы которого имеют гидравлический привод. Производительность и норму выдачи регулируют шибберной заслонкой.

Универсальный кормораздатчик КУТ-3,0 предназначен для транспортировки и раздачи в кормушки и самокормушки концентрированных и полужидких кормов, измельченных корнеклубнеплодов, бахчевых культур, зеленой и силосной массы в смеси с другими компонентами на свиноводческих фермах. Конструкция кормораздатчика предусматривает использование его в качестве прицепного устройства для смешивания кормов с последующей перевозкой и раздачей в кормушки. Этот кормораздатчик устанавливается на автомобиле (КУТ-3,0А) или агрегируется с трактором (КУТ-3,0Б) в качестве прицепного устройства.



Рисунок 1 – Схема классификации бункерных кормораздатчиков

Дозировка корма производится перемещением заслонки выгрузного окна, находящегося между транспортером и шнеком. Поэтому нельзя с достаточной точностью дозировать норму выдаваемого корма.

Кроме перечисленных, мобильные кормораздатчики имеют еще ряд существенных недостатков. Необходимо иметь большие. Одним из таких является обязательное наличие больших кормовых проходов, что снижает площадь использования животноводческих помещений, охлаждение помещения и возникновение сквозняков при заездах и выездах, загрязнение воздуха выхлопными газами и создание шума, беспокоящего животных, не обеспечивают заданной точности раздачи кормов, работают эффективно только при выдаче в непрерывный ряд кормушек, могут служить переносчиками инфекционных заболеваний, процесс раздачи трудно автоматизировать.

Использование такого вида кормораздатчиков целесообразно только при раздаче кормов на выгульных площадках и летних лагерях, а также при кормлении в столовых.

В отличие от вышеуказанных кормораздатчиков, мобильные кормораздатчики, установленные на электрокарах бесшумны в работе, не загрязняют воздух, более компактны в исполнении. Однако 40 % массы такого кормораздатчика занимают аккумуляторы. Возрастает потребность в специальной службе зарядки аккумуляторов и их обслуживанию, а также низкая проходимость сдерживают их применение. Кроме того, процесс дозирования не автоматизируется.

Применение электромобильных кормораздатчиков в 2-3 раза экономичнее стационарной системы [3, 8, 9, 11, 12], и менее токсично, чем применение прицепных кормораздатчиков, которые агрегируются с тракторами.

Использование электромобильных кормораздатчиков на рельсовом ходу позволяет в значительной мере автоматизировать процесс раздачи кормов.

Широкое распространение для раздачи кормов свиньям находят электрифицированные бункерные кормораздатчики. Общим признаком для них является наличие рельсовых направляющих, расположенных в кормовом проходе или над кормушками, самоходной тележки с бункером, оснащенной дозирующими органами и электроприводом всех рабочих органов. Они надежны в работе, дешевле в изготовлении, у них малая металлоемкость и энергоемкость, имеют возможность раздачи влажных кормовых смесей, в состав которых входят сочные зеленые корма, корнеплоды, силос и другие компоненты, существенно снижающие стоимость свинины, не загрязняют животноводческие помещения выхлопными газами. Наличие рельсовых направляющих упрощает управление движением кормораздатчика, способствует автоматизации и простоте процесса кормораздачи. К раздатчикам ограниченной мобильности относятся раздатчики типа РС-5А, КС-1,5, КСП-0,8, КЭС-1,7 и их модификации [3, 8, 9, 11, 12].

Раздатчик-смеситель РС-5А предназначен для приготовления смесей влажностью 60-80% и раздачи их в групповые кормушки, расположенные по обе стороны кормового прохода. Он включает в себя расположенный горизонтально бункер цилиндрической формы, который установлен на самоходной рельсовой тележке. Для смешивания и подачи корма в дозаторы используется ленточная шнековая мешалка. Норма выдачи контролируется оператором визуальным и регулируется шибберными заслонками вручную.

Раздатчик КС-1,5 по сравнению с раздатчиком РС-5А имеет вертикально установленный цилиндрический бункер-смеситель, выгрузные шнеки установлены под углом к горизонту и имеют индивидуальные приводы. Для улучшения подачи корма используют лопастной побудитель. Норма выдачи регулируется шибберной заслонкой, что сказывается на неравномерности выдачи корма, которая превышает зоотехнические требования.

Кормораздатчик КЭС-1,7 предназначен для раздачи кормосмесей на фермах с групповым содержанием свиней. Он представляет собой самоходную тележку, перемещающуюся по направляющим, расположенным на эстакаде. На тележке установлен бункер, внутри которого имеются два шнека, подающих корм к выгрузным окнам. Каждое окно закрывается заслонкой. Норму выдачи корма животным регулируют изменением частоты вращения выгрузных шнеков, а также скоростью перемещения кормораздатчика, что приводит к усложнению конструкции.

Бункера приведенных выше кормораздатчиков являются не только накопительной емкостью, но и смесительной камерой.

У кормораздатчиков с многосекционными бункерами, таких как КСС-1,5 раздельное хранение сухих и жидких компонентов. Их смешивание осуществляется непосредственно при выгрузке в кормушки. Такой кормораздатчик оснащен трехсекционным бункером. В двух секциях для сухих кормов, разделенных перекидным щитом, расположен вал, который направляет корм в смесительную камеру, где смешивается с жидкими компонентами. Для изменения влажности кормосмеси установлены регуляторы подачи жидкости. Раздельное хранение компонентов позволяет снижать затраты труда на очистку бункеров от остатков корма, а сухие корма могут храниться долго без ухудшения качества. Все подобные кормораздатчики могут работать только на комбикормовых смесях. Все это сдерживает их применение.

Для раздачи кормов в двухъярусные клетки известен кормораздатчик КУС-Ф-2. Он предназначен для нормированной раздачи влажных кормовых смесей и сухих концентрированных кормов различным половозрастным группам свиней. Состоит данный кормораздатчик из рельсовой тележки, бункера с мешалкой и выгрузных шнеков. Кормораздатчик обеспечивает дозированную выдачу кормов в кормушки первого и второго ярусов последовательно путем открытия и закрытия заслонок вертикальных шнеков.

Имеются кормораздатчики для раздачи только сухих или только влажных концентрированных кормов и влажных мешанок. В этих кормораздатчиках находящийся в бункере корм может иметь гравитационную или принудительную подачу к транспортеру-питателю или дозирующему органу.

Достоинством гравитационной подачи корма к дозирующему органу или транспортеру-питателю состоит в том, что не требуется дополнительных устройств, а недостаток - возможность раздачи только хорошо сыпучего корма, так как влажные корма имеют значительное сцепление частиц корма, что нарушает непрерывность потока корма и зачастую сопровождается сводообразованием над рабочими органами, особенно при работе с малой производительностью.

Список использованных источников

1. Ведищев, С.М. Анализ дозаторов кормов / С.М. Ведищев, А.Ю. Глазков, А.В. Прохоров // Вопросы современной науки и практики. Университет им. В.И. Вернадского. – 1(50). – 2014. – С.103-108.

2. Ведищев, С.М. Анализ классификации винтовых транспортеров, применяемых в животноводстве / С.М. Ведищев, А.В. Брусенков // Интеллектуальные техника и технологии в АПК. Материалы междунар. науч.-практич. конф., 2016. – Мичуринск: ООО «БИС», 2016. – С.252-264.
3. Ведищев, С.М. Классификация бункерных кормораздатчиков для свиней / С.М. Ведищев, А.В. Прохоров, А.В. Милованов, Н.Е.О. Милуков // Вопросы современной науки и практики. Университет им. В.И. Вернадского. – 2(51). – 2014. – С.43-48.
4. Ведищев, С.М. Классификация устройств дозирования сыпучих материалов / С.М. Ведищев, А.Ю.Нефедов // Устойчивое развитие региона: Архитектура, строительство и транспорт. Материалы 4-й междунар. науч.-практич. конф. института Архитектуры, строительства и транспорта 2017. – Тамбов: Изд-во Першина Р.В., 2017. – С.446-449.
5. Ведищев, С.М. Методика оценки эффективности технологических линий приготовления и раздачи кормов / С.М. Ведищев, А.И. Завражнов, В.П. Капустин, А.В. Прохоров // Наука в центральной России. - №6(36). – 2018. – С.35-42.
6. Ведищев, С.М. Механизация приготовления кормов. Часть 2. Учебное пособие / С.М. Ведищев, В.П. Капустин, Ю.Е. Глазков, А.В. Прохоров, Н.В. Хольшев, А.В. Брусенков, А.В.А. Милованов. – Тамбов: Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та, 2015. – 127 с.
7. Ведищев, С.М. Обзор дозаторов-смесителей сухих рассыпных кормов / С.М. Ведищев, А.И. Завражнов, А.В. Прохоров, В.П. Капустин, А.Н. Зазуля // Инновационные технологии как фактор устойчивого развития отечественного агропромышленного комплекса. Матер. национал. науч.-практич. конф. Рязанский ГАТУ им. П.А. Костычева. 2019 г. – Рязань: Изд-во Рязанского ГАТУ им. П.А. Костычева, 2019. – С.70-75.
8. Ведищев, С.М. Обоснование эффективности системы раздачи кормов / С.М. Ведищев, А.И. Завражнов, А.В. Прохоров, М.К. Бралиев // Наука в центральной России. - №1(43) – 2020. – С.11-21.
9. Ведищев, С.М. Перспективы развития техники и технологий для заготовки, приготовления и раздачи грубых кормов на фермах КРС / С.М. Ведищев, А.Р. Горгодзе, А.В. Прохоров, Д.Е. Кобзев, Д.А. Максименко // Инновации в сельском хозяйстве. – 2(23). -2017. - С.188-197.
11. Жариков В.С. Дозатор комбикормов для доильных установок / В.С. Жариков, С.М. Ведищев, А.В. Прохоров // 1 Международная науч.-практич. конф. Цифровизация агропромышленного комплекса. Тамбов., 10-12 октября 2018 г. – Тамбов: Изд-во Тамбовского ГТУ, 2018. – С.45-47.
12. Техническое обеспечение животноводства: Учебник / А.И. Завражнов, С.М. Ведищев, М.К. Бралиев, В.И. Китун, В.И. Передня, Н.Н. Романюк, В.А. Бабушкин, В.Ф. Федоренко: Под ред. А.И. Завражнова. - СПб.: Издательство "Лань", 2018. - 516 с.
13. Технические средства в молочном скотоводстве / А.И. Завражнов, С.М. Ведищев, М.К. Бралиев и др. / Под ред. А.И. Завражнова. - Уральск: Зап.-Каз. агр.-техн. ун-т им. Жангир хана, 2017.-411 с.

УДК 631.171

68.39.15Корма и кормление сельскохозяйственных животных

**ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ПРОИЗВОДСТВА ИННОВАЦИОННОГО БЕЛКОВОГО
КОРМОПРОДУКТА ДЛЯ ЖИВОТНЫХ НА БАЗЕ ВЫСОКОТЕХНОЛОГИЧНОГО
ПРЕДПРИЯТИЯ «ЛАДЕСОЛ-ТАМБОВ»**

Выгузов М.Е.,

*ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», магистрант,
e-mail: ele-vigozova@mail.ru*

Горбачева А.А.,

ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», студент

Выгузова Е.Ю.

ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», к.ф.н., доцент

В рамках данной статьи рассмотрим перспективы развития производства инновационного белкового кормопродукта для животных на базе уникального высокотехнологичного предприятия «Ладесол-Тамбов», работающего на территории индустриального парка «Уварово». «Ладесол-Тамбов» в 2019 году запустило первый модуль по производству белкового кормопродукта для животных. Мощность пилотного производства – 28 тысяч тонн готового продукта в год. Пока идет отладка технологического процесса, без переработки зерна. Масштабный проект глубокой переработки фуражного зерна

и тритикале. Инновационный белковый кормопродукт – это высокопитательный и высокоусвояемый кормовой белок для животных. Технология этого предприятия не имеет полноценных аналогов не только в России, но и в мире. Зерно выращивается исключительно на полях Тамбовской области. К 2023 году планируется разместить еще два производственных модуля, и переработка будет составлять уже 150 тысяч тонн зерна в год. Промышленные биотехнологии, связанные с глубокой переработкой сельхозсырья – это будущее Тамбовского АПК. Превращение биотехнологий в стратегический ресурс для устойчивого экономического развития Тамбовской области является одним из самых актуальных вопросов на сегодняшний день. И перспективы развития биотехнологии нового поколения в Тамбовской области имеют очень широкий спектр развития.

«Ладесол-Тамбов» – это инновационное производство востребованного в животноводстве, птицеводстве и рыбоводстве экологичного белкового кормового продукта «ПроБеКор 60».

Производимый здесь продукт станет продуктом импортозамещения. Учитывая, что наша область активно развивается и является лидером в стране по животноводству и птицеводству. В перспективе произведенную на предприятии продукцию можно использовать для диетического питания. Для этого потребуются дополнительные исследования и научные разработки, но предприятие готово развиваться и думать о будущем.

Продукт белковый кормовой «ПроБеКор 60» (ПБК 60) с содержанием сырого протеина не менее 60% – это высокопитательный и высокоусвояемый кормовой белок, не содержит ГМО и антипитательных веществ, высокое содержание аминокислот и витаминов группы.

Тема того, что «отрасль испытывает сильную зависимость от импорта протеина, аминокислот и витаминов и значительно отстает от других стран по показателям удельного веса зерновых культур в составе комбикормов и нуждается в новых технологиях [4]» – звучала в докладе заместителя директора Департамента животноводства и племенного дела Минсельхоза РФ Н.С. Дурыгиной на V Международной конференции «Технологии производства комбикормов. Стабильная сырьевая база и эволюция компонентов», прошедшей в рамках выставки «Зерно-Комбикорма-Ветеринария 2018».

Одной из основных проблем российского рынка комбикормов Н.С. Дурыгина назвала несбалансированность по протеиновому и аминокислотному составу. «В России на производство животноводческой продукции затрачивается в 2-3 раза больше кормов по сравнению с другими странами [4]» – констатировала Н.С. Дурыгина.

По данным независимых аналитических источников, российские сельхозпроизводители потребляют 2,8 млн т кормового белка в год. Значительная часть этой потребности удовлетворяется за счет импорта. Россия вынуждена закупать высокобелковое сырье и продукты, а также белковые концентраты (в основном, соевый шрот). В условиях импортозамещения проблема может быть решена путем организации отечественного производства высокобелковых кормовых продуктов за счет глубокой переработки отечественного зерна.

Высокая автоматизация процесса производства и модульность оборудования позволяют легко тиражировать проект на территории зерновых регионов [1,2,3,6,7].

Ученые Института птицеводства РАН изучили эффективность применения высокопротеиновой кормовой добавки «Пробекор» производства ООО «Ладесол-Тамбов» для выращивания цыплят-бройлеров и сделали выводы о высоких зоотехнических результатах проведенного исследования. Согласно промежуточному отчету ученых, лучшие показатели выращивания птицы были получены при кормлении цыплят на рационах с добавлением в комбикорма 4 и 6% «Пробекора».

В условиях птичника №1 СГЦ «Загорское ЭПХ» с марта 2020 года проводится опыт на пяти группах цыплят-бройлеров с суточного до 39-го суточного возраста. Кормление бройлеров проводилось сухими рассыпчатыми комбикормами. При этом несколько контрольных групп цыплят получают разный корм – часть на основе стандартной рецептуры с рыбной мукой, а остальные – с использованием «Пробекора» в различном процентном соотношении.

В ходе опыта, который продлится до июня, на разных этапах анализируются такие показатели, как сохранность поголовья птицы, живая масса цыплят, расход и затраты корма, переваримость протеина и ряда других микроэлементов. По промежуточным итогам наблюдений исследователи сделали вывод, что в опытных группах, в которых цыплята получали комбикорма с добавкой 4 и 6% «Пробекора», продуктивность и жизнеспособность птиц значительно выше, чем в тех, где рацион питания основан на рыбной муке.

Ученые объясняют такие высокие результаты кормовой добавки «Пробекор» содержанием в нем белка, получаемого методом микробиологического синтеза при стерильной дрожжевой ферментации. Именно эта технология применяется ООО «Ладесол-Тамбов» при производстве «Пробекора» из зерна фуражной пшеницы и тритикале.

Основной инновационной кормовой добавкой являются дрожжевые белки, которые усваиваются лучше, чем растительные. Белки дрожжей превосходят растительные корма по содержанию аминокислот.

кислот, а по биологической ценности они близки белкам животного происхождения. Это подтверждают и ученые-исследователи.

Коллектив исследователей под руководством главного научного сотрудника ФНЦ «ВНИТИП», доктора сельскохозяйственных наук В.А. Манукяна, сделал вывод о целесообразности использования в комбикормах для цыплят-бройлеров высокопротеиновой кормовой добавки «Пробекор» производства ООО «Ладесол-Тамбов». Согласно промежуточному отчету, «Пробекор» не только позволяет исключить из состава комбикорма дорогостоящую рыбную муку, но и экономит соевый шрот в ростовых и финишных рационах от 1,85 до 10,69% и от 6,26 до 15,65%, соответственно. Также ученые отметили хорошую сыпучесть и однородность «Пробекора», его хорошее смешивание с сырьевыми компонентами при приготовлении комбикормов.

Эксперты отрасли утверждают, что обеспеченность высококачественными полноценными, безопасными и при этом более дешевыми комбикормами, а также соблюдение ветеринарно-санитарных требований, во многом определяет уровень развития и экономики птицеводства [1,2,3].

В данный момент наиболее дефицитными и дорогостоящими компонентами комбикормов являются рыбная мука и соевый шрот. Высокая стоимость и фальсификация рыбной муки заставляют птицеводов отказываться от ее применения. Поэтому поиск более дешевых качественных высокобелковых кормов местного производства становится еще более актуальным в связи с задачей ускоренного импортозамещения и ухода от высокой импортозависимости. Эту глобальную задачу как раз призвана решить новая технология инновационного предприятия ООО «Ладесол-Тамбов».

Список использованных источников

1. Ведищев С.М. Механизация приготовления кормов: в двух частях: учебное пособие. Часть 2 [электронное издание] // С.М. Ведищев [и др.]. – Тамбов: Тамбовский государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2015. – 127 с. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/64117.html>.
2. Ведищев С.М. Технология получения комбикормов в хозяйствах / С.М. Ведищев, А.В. Прохоров, А.С. Ткачев, М.Е. Выгузов, П.Д. Плохих // Материалы Всероссийской научно-практической конференции «Инновационные подходы к разработке технологий производства, хранения и переработки продукции растениеводческого кластера». – Мичуринск: Изд-во Мичуринского ГАУ, 2020. – 319 с.
3. Выгузов М.Е. Перспективы развития животноводства и птицеводства с помощью научно-инновационной биотехнологии в Тамбовской области на базе уникального предприятия ООО «Агрофермент» / М.Е. Выгузов, А.А. Горбачёва // Материалы Национальной научно-практической конференции «Научно-инновационные технологии как фактор устойчивого развития отечественного агропромышленного комплекса». – Рязань: Изд-во Рязанского государственного агротехнологического университета, 2020. – Часть I. – 264 с.
4. Дурыгина Н.С. Технологии производства комбикормов. Стабильная сырьевая база и эволюция компонентов «Зерно-Комбикорма-Ветеринария 2018». [Электронный ресурс] // Н.С. Дурыгина. – Режим доступа: <https://www.exponet.ru/exhibitions/by-id/combyumo/combyumo2018/pressrelease.ru.html>
5. Рябцева Е.Б. Биотехнология в животноводстве [Электронный ресурс] /Е.Б. Рябцева//Интернет-журнал «Коммерческая биотехнология». – 10.10.2006. – Режим доступа: <http://cbio.ru/page/51/id/2898/>
6. Хольшев Н.В. Изучение смесителей кормов: лабораторные работы для студентов, обучающихся по направлению 110800.62 «Агроинженерия» [Электронное издание] // сост.: Н.В. Хольшев, С.М. Ведищев, А.В. Прохоров. – Тамбов: Изд-во ФГБОУ ВПО «ТГТУ», 2014. – 1 электрон. опт. диск (CD - ROM).
7. Глазков Ю.Е., Доровских Д.В. Развитие информационного обеспечения управления АПК //Импортозамещающие технологии и оборудование для глубокой комплексной переработки сельскохозяйственного сырья [Электронный ресурс] : материалы I Всерос. конф. с междунар. участием / под общ. ред. Ю.В. Родионова ; ФГБОУ ВО «ТГТУ». – Тамбов : Издательский центр ФГБОУ ВО «ТГТУ», 2019. С. 524-530.

БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ БРОЖЕНИЯ ПИВА НА ТАМБОВЩИНЕ

Горбачева А.А.,

*ФГБОУ ВПО «Тамбовский государственный технический университет», студент,
e-mail: aleksa.ag.99@mail.ru*

Выгузов М.Е.,

ФГБОУ ВПО «Тамбовский государственный технический университет», магистрант

В рамках данной статьи рассмотрим биотехнологические подходы брожения пива. Как известно пиво – это напиток, который готовят путем брожения солодового суслу с дрожжами хмелем. Чаще всего в качестве солодовых зерен используют ячмень. В зависимости от сорта пива крепость напитка может варьироваться от 3 до 14% об. Пиво является самым популярным напитком и занимает третье место в мире в общем перечне напитков после водички. Насчитывается более 1000 разнообразных сортов пива. Они отличаются цветом, вкусом, содержанием алкоголя, используемых исходных ингредиентов и традиций приготовления в разных странах.

История пивоварения на территории Тамбовской области своими корнями уходит далеко в глубины веков. В начале XVII столетия население мордвы издревле использовало хмель и мед для приготовления хмельных напитков, которые использовались в ритуальных целях. Позднее, после основания г. Тамбова, в 1636 году, наряду с другими товарами, вывозившимися в г. Шацк и далее в Москву, был хмель. Однако официальные данные о производстве пива относятся к 1850-1859 гг. В обзоре различных отраслей мануфактурной промышленности Российской Империи отмечено, что в Тамбовской губернии уже в 1855 году действовало 6 пивоваренных заводов. Пиво продавалось по 1 рублю 25 копеек за ведро. Постепенно количество заводов и пивоварен росло и в 1863 году на Тамбовщине насчитывалось уже 9 пивоваренных и 5 медоваренных заводов. На пивоваренных заводах в 1862-1864 годах было произведено 65681 ведер пива. Акцизный сбор с продукции составил 19704 руб., что составило в этом году довольно значительную часть доходов казны [5].

В начале XX века в Тамбовской губернии, в уездных городах стали появляться промышленные пивоварни, варившие пиво по новейшей европейской технологии. Многими из них управляли либо иностранные специалисты (чаще немецкие), либо отечественные, обучавшиеся в Берлине, Мюнхене или Вене.

В настоящее время Тамбовщина насчитывает 4 крупные пивоварные компании. Однако современные биотехнологии напитков брожения имеют свои особенности. Одним из важнейших показателей качества пива является его **прозрачность**. При хранении пиво мутнеет в результате развития в нем микроорганизмов или нарушения стабильности его коллоидных систем. Стойкость пива – это способность его противостоять помутнению. Под стойкостью понимают время в сутках, в течение которого пиво остается прозрачным при температуре 20°C. Помутнения бывают биологическими и коллоидными. Первые вызваны развитием в пиве микроорганизмов, вторые – протеканием физико-химических превращений компонентов пива. Коллоидные помутнения бывают белковые, клейстерные, оксалатные, смоляные. Помутнение пива сопровождается ухудшением его вкуса и пенистых свойств. Умеренное снижение прозрачности и вкуса относится к недостаткам пива. Если пиво вследствие сильного помутнения становится непригодным к употреблению, то такое состояние причисляют к категории болезней пива.

Рассмотрим процесс брожения суслу, дображивание и созревание пива. Под брожением понимают процесс анаэробного дыхания микроорганизмов. Процесс брожения в пивоваренном производстве происходит под действием ферментов пивных рас дрожжей, расщепляющих основное количество углеводов суслу (сбраживаемые сахара) с образованием этилового спирта, диоксида углерода и побочных вторичных продуктов брожения. Начальное суслу превращается в готовое пиво в результате главного брожения, дображивания и созревания.

В процессе главного брожения сбраживается основное количество сахаров пивного суслу при определенном температурном режиме и образуется молодое пиво, представляющее собой мутную жидкость со своеобразным ароматом и вкусом, которое поступает на дображивание и созревание.

Следует отметить, что при главном брожении суслу происходит симбиоз биологического, биохимического и физико-химического процессов, которые обуславливают формирование состава молодого пива.

Рассмотрим этот симбиоз:

Биологические процессы. К ним относится процесс размножения дрожжей. Способность дрожжей к размножению, т. е. к увеличению числа их клеток, зависит от состава питательных веществ в сусле,

температуры, рН среды, доступа кислорода и др. Размножение дрожжей при сбраживании пивного сусла проходит четыре основные фазы:

- 1) латентную, когда клетки приспосабливаются к среде и видимые признаки размножения дрожжей отсутствуют;
- 2) логарифмическую, характеризующуюся интенсивным размножением при некотором отставании прироста биомассы дрожжей;
- 3) стационарную, в которой размножение дрожжей замедляется и количество клеток остается без изменений;
- 4) затухания, характеризующуюся снижением активности размножения клеток, что обусловлено уменьшением массы питательных веществ и увеличением количества продуктов обмена.

Биохимические процессы. К ним относится спиртовое брожение, представляющее собой цепь ферментативных процессов, конечным результатом которых является распад глюкозы с образованием этилового спирта и диоксида углерода, высвобождение энергии и теплоты. Вместе с тем эта энергия необходима дрожжевой клетке для образования новых тканевых веществ, используемых для жизнедеятельности, в том числе для роста и размножения [1].

Физико-химические процессы – они характеризуются изменением окислительно-восстановительного потенциала (гН2). Окислительно-восстановительный потенциал начального сусла гН2 находится в пределах 20...22, а иногда 24...26. В начале брожения дрожжи интенсивно потребляют кислород и тем обуславливают отсутствие его в молодом пиве. Поэтому во время брожения гН2 понижается до 8... 12. При благоприятном составе сусла, высокой бродильной активности дрожжей наблюдается сильное понижение гН2 во время брожения. Низкое значение гН2 указывает на то, что пиво не подвержено окислению, что важно для стабилизации его вкуса.

Протекание процесса главного брожения определяется в первую очередь температурой, деятельностью дрожжей, концентрацией углеводов сусла:

- *Температура.* Процесс сбраживания сусла дрожжами часто регулируется температурой, которую устанавливают в зависимости от принятого на заводе режима брожения.
- *Жизнедеятельность дрожжей.* Процесс брожения начинается с введения дрожжей в начальное сусло. Скорость брожения и степень сбраживания (количество сброженного экстракта в процентах от содержания экстракта в начальном сусле) зависят от нормы введения дрожжей.
- *Концентрация углеводов.* Продолжительность главного брожения зависит не только от температуры и деятельности дрожжей, но и от концентрации углеводов в сусле. На ход брожения влияют находящиеся в сусле сбраживаемые углеводы, содержание которых зависит от массовой доли сухих веществ (СВ) в начальном сусле.

Рассмотрим технологию получения безалкогольного пива, которую можно разделить на две группы: технологии, по которым выработка алкоголя в пиве подавляется во время процесса пивоварения; технологии, по которым алкоголь удаляется из готового пива.

Способы подавления брожения. В первой группе технологий используются специальные штаммы дрожжей, не сбраживающие мальтозу в алкоголь (или сбраживающие в ограниченном объеме). Кроме того, брожение приостанавливается по достижении определенной степени сбраживания посредством охлаждения [2].

1. Штамм дрожжей *Sacharomyces Ludwigii* сбраживает фруктозу и глюкозу, но не сбраживает мальтозу. Концентрация этилового спирта в процессе брожения не повышается сверх 0,5%. Пиво на вкус сладковатое.

2. При проведении процесса брожения при температуре минус 2°С дрожжи практически не образуют спирт, но образуют вкусовые и ароматические вещества, присущие пиву.

3. Дрожжи можно удалить из недоброженного пива с малым содержанием алкоголя путем центрифугирования, фильтрования или пастеризации.

4. Используя непрерывный способ брожения и иммобилизованные дрожжи можно получать пиво с заданной концентрацией этанола, регулируя скорость потока сусла через аппарат.

По этим технологиям производится пиво с высоким содержанием остаточного сахара и с преобладанием сладковатого привкуса. Отсутствие продуктов брожения отражается на вкусе этих сортов пива. Такие сорта можно скорее называть «безалкогольными напитками», чем пивом.

Способы удаления алкоголя. Алкоголь удаляется из готового пива одним из двух способов: термическим, когда с помощью тепловой энергии, используя низкую точку кипения алкоголя, последний удаляется; мембранным, с использованием мембран с очень мелкими порами для удаления алкоголя за счет различия в размере молекул.

Термические процессы. В настоящее время наиболее часто применяются вакуумная дистилляция и вакуумное выпаривание. Оба способа используют различие в точке кипения алкоголя (78,3°С) и воды (100°С) и основаны на отделении пива и алкоголя. При этом в условиях вакуума достигаются тем-

пературы процесса ниже 60°C. При обоих этих способах применяется пар, и пиво подвергается воздействию высоких контактных температур. При этом вкус становится хуже, так как выпариваются высшие спирты и эфиры, и возникает типичный для продукта, изготовленного по такой технологии, «вареный вкус» пива [3].

Рассмотрим мембранно-разделительную технологию. Для пивоваров, работающих по этой технологии, избежать «вареного вкуса» – не проблема, так как при обоих процессах (обратном осмосе и диализе) используются благоприятные для пива температуры. В обоих способах для отделения алкоголя применяются мембраны с мельчайшими порами. Различие состоит только в способе переноса вещества через эти мембраны. Для пояснения различия принципов ниже рассматривается данный процесс на примере раствора сахара.

Осмоз. В двух сообщающихся сосудах находятся вода и водный раствор сахара, разделенные полупроницаемой мембраной. Движущей силой процесса служит тенденция к достижению равновесия раствора по обеим сторонам мембраны. При осмосе растворитель (вода) проникает через мембрану и разбавляет раствор сахара по другую ее сторону, пока не будет достигнуто равновесие раствора. Процесс приостанавливается, если осмотическое давление, образованное раствором сахара в воде, противодействует дальнейшему проникновению воды.

Технически этот способ трансформируется, когда на раствор сахара начинает действовать давление извне, большее, чем осмотическое давление. Вода, как растворитель, из сахарного раствора проникает через мембрану. При удалении алкоголя из пива данным методом с помощью насосов высокого давления создается давление примерно 35 бар и температура до 30°C, в результате чего алкоголь удаляется в процессе обратного осмоса. Через поры мембраны проходят только мельчайшие молекулы воды и алкоголя - таким образом, пиво подвергают концентрации [4].

Для уменьшения содержания алкоголя ниже 0,5% потребовалась бы 10-кратная концентрация. Это невозможно, поскольку в процессе концентрации постоянно увеличивается осмотическое давление в пивном концентрате. Поэтому специалистами применяется следующий прием: добавляя специально обработанную воду, постепенно пивной концентрат разбавляют до достижения конечного содержания алкоголя, т.е. алкоголь практически вымывается. При использовании этого способа, именуемого также диафильтрацией, вымываются и другие молекулы, в результате чего присутствует водянистый вкус пива.

Диализ. Для описания этого метода вернемся еще раз к модели сахарного раствора. Тенденция к достижению равновесия по обе стороны мембраны является движущей силой процесса и в диализе. Процесс отличается от осмоса, но присутствует одно и то же вещество – молекула сахара, проникающая через мембрану до достижения равновесия без всякого воздействия какого-либо давления и низкой температуры.

При удалении алкоголя данным методом с одной стороны мембраны подается пиво, охлажденное до 10°C при нормальной скорости потока и нормальном давлении. С другой стороны мембраны подается поток несущей жидкости диализата, вымывающего алкоголь из пива через мембрану и направляющего его на дальнейшую переработку. На процесс удаления алкоголя не влияют ни давление, ни температура. Значение имеет только разность концентраций. В таких специальных приемах, как вымывание при обратном осмосе, нет необходимости. При продолжительности контакта всего лишь в течение 13 с процесс удаления алкоголя из пива завершается.

Безалкогольное пиво, изготовленное по диализной технологии, – это типичное пиво. Вкус отличного исходного продукта хорошо ощутим и при низком содержании алкоголя.

Чтобы избежать вымывания других компонентов пива с несущей жидкостью помимо алкоголя фирма APV разработала диализные установки, где в качестве несущей жидкости используется такое же пиво, из которого необходимо удалить алкоголь. Это пиво проходит технически упрощенную вакуумную дистилляцию, в процессе которой алкоголь удаляется, и затем оно закачивается назад на мембрану. Там оно, как было описано выше, выводит алкоголь из основного пива и вновь поступает на вакуумную дистилляцию. Таким образом, цикл завершается. В течение всего этого процесса диализат остается в цикле. Как правило, процесс длится 5 суток без необходимости проведения мойки установки. Небольшое избыточное давление со стороны пива препятствует переходу в него термических побочных продуктов, отвечающих за «вареный вкус».

Применяются диализные мембраны немецкого производства. Эти мембраны (но в другой модульной конфигурации) используются также для очистки крови у людей с почечной недостаточностью. Этот щадящий способ, применяемый в медицинских целях, успешно адаптирован к процессу удаления алкоголя из пива.

Поставляются полностью автоматизированные технологические модули производительностью 20 гл/ч. В настоящее время на территории Тамбовской области работают 4 установки этого типа.

ОАО «Завод пивоваренный «Моршанский» является одним из старейших предприятий России по производству пива и безалкогольной продукции. Он был открыт в 1914 году близ рек Цны и Лештавки купцом В.Г. Белоусовым по немецкому проекту, с привлечением немецкого инженера. Выбор места был не случаен, так как для приготовления пива одним из главных слагаемых является вода, которая на месте строительства завода была замечательной. Завод выпускал по немецкой технологии сорта пива "Баварское", "Чёрное", "Пльзенское". В настоящее время специалисты завода готовят продукцию без применения консервантов, из кристально чистой воды и ароматного хмеля, что позволяет её позиционировать как экологически чистую. Немаловажно отметить, что ОАО «Завод пивоваренный «Моршанский» завод – это один из немногих российских предприятий, которое может гордиться тем, что использует сырьё, выращенное исключительно на полях Тамбовской области. Есть своя солодовня. Пиво на заводе производят из собственного светлого ячменного солода, что и сказывается столь благоприятно на его качестве.

Таким образом, биотехнологические подходы приобретают все большее значение в производстве напитков. С помощью методов современной биотехнологии можно расширить метаболические возможности организмов, участвующих в брожении, отсюда очевидна роль биотехнологии в производстве алкогольных напитков.

Список использованных источников

1. Бойко Л.М. Физико-химические методы контроля броидильных производств. Справочник. - К.: Техника, 1986 - 188 с.
2. Оганесянц Л.А., Панасюк А.Л. Технология безалкогольных напитков. – СПб: ГИОРД, 2012. – 200 с.
3. Тихомиров В.Г. Технология пивоваренного и безалкогольного производств. – Колос, 1998г.
4. Портал студенческих и научных материалов [Электронный ресурс] // Ozlib.com. 2014-2020. . – Режим доступа: <https://ozlib.com/> (дата обращения: 10.05.2020).
5. Моршанский пивоваренный завод [Электронный ресурс] // – Режим доступа: <https://m-beer.ru/istoriya-zavoda.html> (дата обращения: 10.05.2020).

ФОРМИРОВАНИЕ ДОХОДНОЙ НЕДВИЖИМОСТИ: ОПЫТ И ПЕРСПЕКТИВЫ

Аленичева Е.В.

ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», кандидат педагогических наук, доцент кафедры «Городское строительство и автомобильные дороги», ул. Мичуринская, 112Е, г. Тамбов, Тамбовская область, 392000, Россия, aev-gsiad@mail.ru

Кожухина А.И.

ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», магистрант кафедры «Городское строительство и автомобильные дороги», ул. Мичуринская, 112Е, г. Тамбов, Тамбовская область, 392000, Россия, gsiad@mail.tambov.ru

Доходный дом - это жилой дом, который предназначен для сдачи квартир в долгосрочную аренду. Во всем мире давно существует подобная практика. Формат доходного дома – это знакомый формат для рынка недвижимости, но «хорошо забытый старый». В дореволюционной России такие дома были широко распространены. В XIX и начале XX в. в России именно доходные дома во многом решали квартирный вопрос. Особенно преуспел Санкт-Петербург, который и строился в основном как город доходных домов. В дореволюционных Москве и Петербурге лишь 5% горожан имели жилье в собственности. Частный жилой фонд составляли односемейные дома (50%) и частные доходные дома (40%). Жить в дорогих доходных домах было престижно, а дешевые меблированные комнаты были доступны людям с весьма ограниченными доходами. Для тех групп населения, кто не имел постоянного достатка, предоставлялось социальное жилье в домах, содержащихся на средства благотворительных, религиозных организаций (приюты, богадельни) и отдельных меценатов.

Впоследствии, по политическим причинам, о доходной недвижимости надолго забыли. В СССР в результате глобальных преобразований в обществе и экономике, национализации имущества крупных собственников жилье перешло в собственность государства. Структура жилого фонда в СССР сложилась прямо противоположно структуре жилого фонда дореволюционной России. По видам собственности весь жилищный фонд делился: на обобществленный (80%) и находящийся в личной собственности граждан (20%). Обобществленный жилищный фонд состоял из государственного фонда и фонда, принадлежащего кооперативам и общественным организациям.

После распада Советского Союза вспомнили о доходной недвижимости лишь спустя десятилетие, однако идея доходных домов в современной России до сих пор не получила широкого распространения. Между тем, за рубежом рынок доходных домов функционирует уже давно и такой вид жилья там вполне привычен для населения.

На западе уже очень давно строительство и обслуживание доходных домов - прибыльный и успешный бизнес, который обеспечивает владельцам таких домов стабильный доход на уровне 10–12% годовых.

В крупных европейских городах на долю доходных домов в настоящее время приходится до 30% рынка жилой городской недвижимости. Многим молодым семьям выгоднее снимать квартиру, а не покупать жилье, пусть и с использованием ипотечного кредитования.

Отметим, что по данным Международного союза квартиросъемщиков, сейчас в странах восточной Европы, недавно вошедших в ЕС, примерно 40% населения снимают жилье. В «старой» Европе показатели выше: например, в Голландии и Германии - 50%, в Швейцарии - 70%.

Если брать отдельные Европейские города, то в некоторых подавляющее большинство населения проживает в доходных домах. Например, в Берлине по данным статистики 90% квартиросъемщиков, а в Стокгольме - 100% (дело в том, что в Швеции запрещена приватизация квартир - в результате в целом по стране в частной собственности находится всего около 10% жилого фонда) [1].

Что касается Соединенных Штатов, то тут наибольшая часть жилого фонда - частные дома. И только 30% недвижимости арендуется. Однако к крупным городам это не относится. В крупных городах имеется большой фонд многоквартирных домов, предназначенных для сдачи в аренду. Например, в Сан-Франциско 65% жилого фонда сдается в аренду, а в Нью-Йорке - 70%. В канадском Монреале около 50% населения проживают в съемных квартирах [2].

Доходный дом (или арендное жилье) отличается от постоянного жилья, прежде всего, по двум параметрам.

Первый параметр - частая смена жильцов на одной и той же площади дома. Отсюда - меняющиеся требования к конфигурации и функциональному назначению помещений - принципиально большая мобильность и возможность изменения внутреннего пространства.

Второй параметр - временность нахождения жильца внутри дома (здесь могут жить, например, командированные или работающие по контракту люди) и, значит, более высокие требования к внутридомовому сервису и объектам инфраструктуры.

Первые попытки воссоздания рынка арендного жилья относятся к столичному региону. Впервые в современной России идея возрождения доходных домов стала звучать из уст столичных властей еще в 1999 году. Но реализации этого проекта на тот момент серьезно мешал действовавший закон о жилищной политике, который разрешал арендаторам квартир в доходных домах приватизировать жилье.

Владельцами доходных домов, по мнению экспертов, должны быть не частные лица, а фонды недвижимости. Использование закрытых паевых инвестиционных фондов позволит уже в сегодняшних условиях увеличить уровень доходности до показателя в 7-10%, а при условии государственной поддержки и снятия административных барьеров – и выше, что является весьма привлекательным показателем для консервативных инвесторов. Существуют и налоговые плюсы использования закрытых паевых инвестиционных фондов в рамках развития доходных домов. В частности, инвесторы могут рассчитывать на «налоговые каникулы» и отсутствие двукратного налогообложения. Одновременно с этими мероприятиями создание нормативно-правовых основ строительства и эксплуатации арендного жилья, создание информационной базы и доведение информации до населения об арендном жилье как способе решения жилищных проблем различных категорий граждан позволит обеспечить конкурентоспособные условия с «теневым» рынком.

В настоящее время столичное правительство пытается найти решение проблемы нехватки жилья в Москве в рамках программы «Жилище». Власти не однократно поднимали вопрос реализации программы строительства в городе доходных домов, которые могли бы помочь в решении данного вопроса. Но до практической реализации дело до сих пор не доходило. Правительство Москвы одобрило программу «Жилище», разработанную на период 2012-2016 гг., (а после на период 2015-2020 гг.) в которой чиновники предусмотрели возрождение в Москве доходных домов. В рамках этой программы строить будут дома двух типов:

- бездотационные, возведение которых предусмотрено за счет городского бюджета;
- доходные, которые будут строиться за счет средств частных инвесторов.

Строительство доходных домов позволит увеличить не только количество доступных для населения квартир, но и повысит качество предлагаемых услуг. Повышение качества жизни населения неразрывно связано с улучшением жилищных условий: обеспеченность жильем, его соответствие потребностям человека определяют и состояние, и настроение людей, и их мотивацию к работе и политические оценки. Вопрос доступного и комфортного жилья важен не только для коренных жителей городов, он влияет и на трудовую миграцию населения, использование трудового потенциала страны. Рыночная экономика требует значительной мобильности граждан, но в условиях острой нехватки доступного жилья невозможно и обеспечение трудовой миграции.

В современных условиях необходимо строить доходные дома рассчитанные на рядовых россиян, которыми являются: специалисты – менеджеры среднего звена или госслужащие; собственники, строящие собственное жилье и нуждающиеся во временном жилье на период строительства; молодые семьи; студенты учебных заведений.

При дефиците доступного жилья снижаются темпы экономического и социального развития регионов РФ, а теневые и коррупционные составляющие рынка недвижимости укрепляются. Должны быть созданы рычаги воздействия не на спрос, а на предложение. Население должно иметь возможность выбора – в рамках закона и цивилизованного рынка.

Строительство доходных домов невозможно без помощи государства. Из бюджета Российской Федерации необходимо выделение финансовых средств в рамках соответствующей федеральной программы или преференций со стороны государства: выделение земельных участков, упрощенного налогообложения, дотаций из бюджета, льготных условий предоставления кредитов и т. д. В свою очередь и региональный бюджет должен предусматривать выделение средств для реализации соответствующих программ. Уже в 19 регионах России предусмотрены конкретные меры, направленные на создание наемного жилья.

В марте 2017 года была принята новая редакция программы «Обеспечение доступным и комфортным жильем и коммунальными услугами граждан Российской Федерации», в структуру которой были добавлены и иные программы, одной из которых является «Ипотека и арендное жилье». Заказчиком проекта выступает Министерство строительства и жилищно-коммунального хозяйства РФ, руководитель проекта - генеральный директор АО «Агентство по ипотечному жилищному кредитованию (АИЖК)». Попытка возвращения к «доходным домам» будет предпринята в связи с отсутствием возможности граждан РФ выплачивать ипотечные платежи.

В плане проекта указаны основные его направления:
- развитие жилищного строительства;

- развитие рынка ипотеки;
- развитие рынка арендного жилья.

Всего за указанный период планируется затратить: 80 000 миллионов рублей - федеральный бюджет; 34 400 миллионов рублей - бюджет субъектов РФ; 15819400 миллионов рублей - внебюджетные источники (средства АИЖК, банков, инвесторов, населения) [3].

Для развития рынка арендного жилья от государства требуется проявление системных действий: появление регулирующих законов, защищающих интересы и арендаторов, и арендодателей; формирование класса девелоперов и инвесторов, готовых не просто построить и продать дом, но и заниматься его постоянным обслуживанием.

Граждане смогут снимать квартиру не у «частников», а у организации. Такая квартира в доходном доме обойдется несколько дороже, но нанимателю будут гарантированы нормальные условия проживания, полный комплекс услуг по обслуживанию жилья, а также официальный договор, устанавливающий права и ответственность сторон.

Аренда жилья в России в настоящее время представлена в основном сдачей жилья на вторичном рынке. Доля арендуемого жилья составляет около 30%, но официально из этого жилья сдается менее 1/5 помещений. Категориями нанимателей жилья являются студенты, внутренние и внешние мигранты, семьи с доходом, не позволяющим приобрести жилье в собственность, работники, отличающиеся высокой мобильностью, одинокие люди, т. е. люди, снимающие квартиры у частных лиц – собственников квартир. Это вариант коммерческой аренды, однако сегодня этот рынок – сегмент теневой экономики. Для «серого» рынка характерно отсутствие нормальных механизмов ценообразования и низкое качество арендуемого жилья.

Председатель правительства РФ Медведев Д.А. в интервью на телеканале «Россия-24» отметил, что «арендное жилье в РФ очень мало развито, его рынок составляет примерно 10%. Нужно стимулировать именно строительство жилья, которое можно было бы сдавать в аренду. Для развития рынка арендного жилья в России потребуются корректировка существующих регуляторных правовых актов в данной сфере». В качестве других факторов развития рынка арендной недвижимости премьер-министр назвал рост доходов населения и необходимость внедрения новых проектов в сфере жилищного строительства. Проекты зданий должны иметь преимущества по следующим факторам, таким как транспортная доступность, развитая инфраструктура, эффективное использование жилого пространства и мест общего пользования. У объекта должна быть собственная управляющая компания, которая будет гарантировать юридическую чистоту заключения сделки арендатора с арендодателем, а также платные и бесплатные услуги и сервисы в здании.

В октябре 2016 г. президент РФ поручил обеспечить реализацию пилотных проектов по строительству жилья, включая апартаменты для коммерческого найма, в том числе с привлечением частных инвестиций. Для финансирования проектов были выбраны коллективные инвестиции через паевые инвестиционные фонды. Всего в 2019–2020 гг. в развитие программы арендного жилья планируется вложить более 33 млрд. руб.

Аренда квартир у государства должна стать одним из актуальных направлений развития жилищного рынка в России. В настоящее время в России в эксплуатацию введены доходный дом «Лайнер» в Москве, включающий 283 апартамента и пять сервисных апартаментов в Петербурге. Положительный опыт функционирования арендной недвижимости в мировой практике, интерес потенциальных инвесторов и арендаторов свидетельствует о перспективности данного подхода к решению жилищной проблемы в России.

Список использованных источников

1. Арендное (социальное) жильё: успешный опыт Европы: [Электронный ресурс]. URL: <http://www.zametrami.ru/evropa/arendnoe-zhilyo-uspeshnyj-opytevrope/>
2. Кияненко К. В. Жилище в США: современные жилищные программы / Жилищное строительство. 2003. №11.
3. Паспорт приоритетного проекта «Ипотека и арендное жильё» в редакции протокола от 19 октября 2016 года №8. [Электронный ресурс]. <http://government.ru/projects/selection/647/>

ПРОБЛЕМЫ ВНЕДРЕНИЯ ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ АВТОТРАНСПОРТНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

Саталкина Н.И.,

ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет» - к.э.н., доцент кафедры «Экономическая безопасность и качество» ул. Советская 106, г.Тамбов, Тамбовская область 392000 Россия, e-mail: lady.satalkina2011@yandex.ru

Лавренченко А.А.,

ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет» - к.т.н., доцент кафедры «Техника и технологии автомобильного транспорта» ул. Мичуринская 112Д, г.Тамбов, Тамбовская область 392000 Россия, e-mail: Anatoliy_658@mail.ru

Современный этап развития экономики, получивший название - Индустрия 4.0, характеризуется стремительным внедрением цифровых технологий в промышленную сферу общественного производства.

Анализ публикаций по проблемам цифровизации и внедрения цифровых технологий в бизнес процессы позволил выделить следующие группы проблем:

- технического характера. Материальные ресурсы – это натурально-вещественная составляющая процесса. Для организации бизнес процессов на основе цифровизации потребуются новые виды техники. Российская электроника находится сегодня на стадии своего возрождения, так как за годы реформ она практически была уничтожена. Закупать средства автоматизации за рубежом зачастую осложнено из-за экономических санкций. Сегодня доля цифровой экономики в ВВП России составляет 2,1 %, что обеспечивает ей 39-е место среди 85 стран. С другой стороны, при текущих темпах трансформации технологий отставание от ведущих стран составляет около пяти- восьми лет, поэтому так необходимо стимулировать масштабное внедрение инноваций и техническое перевооружение в отраслях, особенно в промышленности[1,5,6].

Для успешной трансформации промышленности в цифровую экономику необходимо на уровне предприятий разработать комплекс мер по техническому перевооружению с целью применения цифровых технологий как в производстве, так и в процессе управления;

- технологического характера. Автоматизированный анализ больших данных предполагает нечто большее, чем просто анализ огромных объемов информации. Проблема в том, что предприятия могут иметь доступ к огромному объему своих данных и не иметь необходимых инструментов, чтобы установить взаимосвязи между этими данными и сделать на их основе значимые выводы. Важнейшим условием обеспечения эффективности производственного процесса в условиях цифровизации становится возможность фиксировать и анализировать возрастающие массивы и потоки информации. Особо следует отметить необходимость объединения информационных потоков, которые не имеют общего происхождения, но объединяя их, можно прогнозировать модель бизнеса по процессам. Речь идет об информационных технологиях нового уровня, позволяющих обслуживать суперкомпьютеры, более совершенные средства труда.

Проблемой здесь является нередко отсутствие технологий по их выпуску. Допуск к западным технологиям у отечественного бизнеса ограничен в силу существующих экономических санкций, которые касаются, в том числе и предприятий автомобильной отрасли;

- экономического характера. Проблема бюджетных ограничений касается на сегодняшний момент не только субъектов среднего и малого бизнеса, но и крупных предприятий. В условиях относительной ограниченности ресурсов и мобилизации экономики, как на уровне страны, так и отдельного предприятия проблема инвестирования в процессы цифровизации уже сейчас становятся актуальными.

Информационные ресурсы, без которых цифровизация не возможна, они, как результат интеллектуальной деятельности имеют высокую стоимость, с одной стороны. С другой стороны, их амортизация как часть себестоимости продукции (работ, услуг), увеличит затраты бизнес процесса. Здесь важно, чтобы соотношение затрат и выгод было в пользу последних. Иначе говоря, полученная ценность от внедрения цифровых технологий была выше затраченных ресурсов на их внедрение. Однако, такой результат предприятие получит не сразу, а по истечении некоторого времени;

- информационно-ресурсного характера. Новый уровень информатизации требует и нового повышенного уровня защищенности информационных данных, создания практически нового программного обеспечения для обслуживания бизнес процессов. Вопрос обеспечения безопасности информа-

ции стоит наиболее остро при рассмотрении больших данных с точки зрения информационных активов. Большие данные в зависимости от ракурса можно рассматривать как данные, технологию или инструмент анализа. В цифровую эпоху информационные активы являются ключевым объектом формирующихся правоотношений [2,5,6].

Данные становятся активом колоссальной ценности теперь за счет так называемой их альтернативной ценности по мере применения в новых целях и использования для реализации новых идей [3]. Критически важным условием развития цифровой экономики становится обеспечение уверенности всех экономических субъектов в том, что собираемые, хранимые и используемые данные защищены от преступных посягательств. В конечном итоге обеспечить такую уверенность может только государство. Для этого необходимо выработать правовые нормы по борьбе с киберпреступностью, иметь квалифицированных киберполицейских, разработать технологические решения и стандарты, обеспечить трансграничное взаимодействие. При этом, обеспечение безопасности все-таки вторично по отношению к задаче развития и роста [1].

- организационного характера. Организационная структура, существующая на предприятиях требует своей реорганизации, так как она не позволит создать условия обеспечения эффективности бизнес процессов на предмет менеджмента (управления процессами).

- нормативно-документационного обеспечения. Имеющаяся нормативно-правовая база в стране и на автотранспорте, в частности, в целом обеспечивает регулирование сферы информационных технологий. В то же время, очевидно, что нужно совершенствовать нормативно-правовое обеспечение вопросов информационного взаимодействия на межведомственном уровне, особенно в части обмена информацией закрытого характера. Также требует обновления система нормативно-технической документации (стандартов, рекомендаций, регламентов, правил и т. д.). Важным, на наш взгляд, для организации процессов цифровизации на предприятиях является еще большая конкретизация этих документов. Создание правового поля для электронного производства. Речь идет о пересмотре, а при необходимости и создании новых стандартов предприятия, описывающих процессы и процедуры их управления. Развитие цифровой экономики в стране требует адаптации российского законодательства к новым видам отношений и их юридическому составу (новым объектам и субъектам информационных правоотношений, специфическим правам, обязанностям и ответственности).

Ученые и практики сходятся во мнении, что для достижения положительных результатов от внедрения цифровизации технического перевооружения необходимы грамотно разработанные управленческие процессы и правильные подходы к их реализации. Очевидно, что предприятия, обладающие зрелыми способностями к управлению процессами, управляют ими по замкнутому циклу с обратной связью, включающему планирование, проектирование, внедрение, исполнение, измерение, контроль и совершенствование (улучшение);

- проблемы кадрового характера связаны с необходимостью подготовки и переподготовки персонала. Новые кадры нуждаются в практическом обучении, которое не всегда, возможно, из-за отсутствия наставничества, опытных мастеров и профессионалов в этой области. Аналитики McKinsey для развития цифровой экономики советуют вкладываться в человеческий капитал, облегчить доступ к финансированию инноваций на основе Интернета [4]. Эксперты ОЭСР отмечают необходимость вложений в человеческий капитал, непрерывное онлайн образование и повышение цифровых навыков граждан и сотрудников компаний, особенно в области личной цифровой безопасности;

- проблемы методического характера. Для оценки экономической эффективности внедрения цифровых технологий необходимо иметь соответствующие методики.

Проведенные нами исследования на предприятиях автотранспортного комплекса, выявили приоритетность экономических оценок цифровизации в виде роста доли добавленной стоимости в продукте (услуге). Как известно, добавленная стоимость - это та часть стоимости продукта, которая создается трудом работников предприятия. Она включает в себя оплату труда персонала и прибыль собственников предприятия. При этом добавленная стоимость служит источником экономического роста, а также это результат повышения эффективности производства.

Добавленную стоимость факторов производства для предприятий автотранспорта предлагаем рассчитывать по коэффициенту VAC (Value Added Coefficient):

$$VAC = CEE + HCE + SCE, \quad (1)$$

где CEE (capital employed efficiency) – добавленная стоимость физического капитала, это отношение добавленной стоимости к инвестированному капиталу; HCE (human capital efficiency) – добавленная стоимость человеческого капитала, это отношение добавленной стоимости к затратам на оплату труда; SCE (structural capital efficiency) – добавленная стоимость структурного капитала, определяемая делением разницы между добавленной стоимостью и человеческим капиталом (структурный капитал) на добавленную стоимость.

В таблице 1 представлен расчет коэффициента добавленной стоимости для одного из автотранспортных предприятий. Чем выше значение этого коэффициента, тем больше эффективность использования цифровых технологий у предприятия.

Таблица 1

Расчет коэффициент добавленной стоимости VAC

Наименование показателя	Обозначение	2015г.	2016г.	2017г.	2018г.
Средневзвешенная стоимость капитала	WACC	0,02%	0,85%	0,91%	1,71%
Чистая прибыль(убыток), тыс.руб.	NOPLAT	90,0	1037,0	186,0	6772,0
Капитал и резервы, тыс. руб.	I	188144	189196	189382	196154
Долгосрочные обязательства, тыс. руб.	TO	446	656	5685	1055
Добавленная стоимость, тыс.руб	VA (operating profit + payment of hired labor)*	152028	159589	148291	253063
CEE (capitalemployedefficiency)	CEE=VA/I	0,808	0,844	0,783	1,290
Человеческий капитал (затрата на труд), тыс. руб.	Hc	127685	151021	144912	166796
HCE (human capital efficiency)	HCE=VA/Hc	1,191	1,057	1,023	1,517
SCE (structural capital efficiency)	SCE=(VA-Hc)/VA	0,160	0,054	0,023	0,341
Коэффициент добавленной стоимости VAC	VAC = CEE + HCE + SCE	2,159	1,955	1,829	3,148

VA- операционная прибыль + оплата наемного труда.

Структурный капитал на предприятии представлен программным продуктом. Другие составляющие структурного капитала (клиентская база, оргструктура, и др. не показаны в балансе, поскольку не оценены.

Расчет показателей, представленных в таблице 1, сделан на основе данных бухгалтерской отчетности.

1. Стоимость собственного капитала рассчитывается как рентабельность собственного капитала:

ROE = Чистая прибыль (стр.2400 Отчета о финансовых результатах)/ Собственный капитал (стр.1300 Бух.баланса)

Таблица 1.1

Расчет ROE по предприятию за 2015-2018гг.

Показатель	2015г.	2016г.	2017г.	2018г.
Чистая прибыль, тыс.руб.	90	1037	186	6772
Собственный капитал, тыс.руб.	188144	189196	189382	196154
ROE	0,0478	0,548	0,098	3,452

2. Стоимость заемного капитала – это плата за пользование заемными средствами, т.е. процент, который платит предприятие за привлеченные средства.

Таблица 1.2

Расчет стоимости заемного капитала по автотранспортному предприятию за 2015-2018гг.

Показатель	2015г.	2016г.	2017г.	2018г.
% уплаченные, тыс.руб.	75	7481	8960	9916
Заемный капитал, тыс.руб.	641708	638135	618763	663739
Стоимость заемного капитала, %	0,0117	1,1723	1,4481	1,494

3. Для расчета долей собственного и заемного капиталов используем формулы:

Вес собственного капитала = Собственный капитал/(собственный +заемный);

Вес заемного капитала = Заемный капитал / (собственный +заемный).

Таблица 1.3

Расчет долей собственного и заемного капиталов по ПАО предприятию за 2015-2018гг.

Показатель	2015г.	2016г.	2017г.	2018г.
Вес собственного капитала, доли	0,23	0,229	0,234	0,228
Вес заемного капитала, доли	0,77	0,771	0,766	0,772

4. Определяем WACC по формуле:

WACC = Стоимость собственного капитала x Вес собственного капитала + (1 – ставка налога на прибыль) x Вес заемного капитала x Стоимость заемного капитала.

Таблица 1.4

Расчет WACC по предприятию за 2015-2018гг.

Показатель	2015г.	2016г.	2017г.	2018г.
WACC, %	0,02	0,85	0,91	1,71

WACC 2015г. = 0,0478 x 0,23 + (1-0,2)x 0,77 x 0,0117 = 0,018% или 0,02%.

WACC2016г. = 0,548% x 0,229 + (1-0,2) x 0,771 x 1,1723 = 0,85%

WACC2017г. = 0,098% x 0,234 + (1-0,2)x0,766x1,44805 = 0,91%

WACC2018г. = 3,452% x 0,228 + (1-0,2) x 0,772 x 1,494% = 1,71%.

5. Рассчитаем добавленную стоимость согласно классической концепции, то есть добавленная стоимость равна прибыли плюс оплата наемного труда.

Таблица 2

Расчет добавленной стоимости по предприятию за 2015-2018гг.

Показатель	2015г.	2016г.	2017г.	2018г.
1. Операционная прибыль, тыс.руб.	24343	8568	3379	86267
2. Оплата наемного труда, тыс.руб.	127685	151021	144912	166796
3. Добавленная стоимость, тыс.руб.	152028	159589	148291	253063

Для оценки достигнутых эффектов в производственном процессе предприятия вследствие интеграции цифровых технологий считаем полезным использование индекса цифровизации.

Список использованных источников

1. Оганесян Т. К., Стырин Е. М., Абдрахманова Г. И., Розмирович С. Д., Меркулова Д., Бикбулатова Ю. С. Цифровая экономика: глобальные тренды и практика российского бизнеса. М.: НИУ ВШЭ, 2018.
2. Федеральный закон от 27 июля 2006 г. № 149-ФЗ «Об информации, информационных технологиях и о защите информации» // Собрание законодательства Российской Федерации. 2006. № 31 (1 ч.), Ст. 3448
4. Майер-Шенбергер В. Большие данные. Революция, которая изменит то, как мы живем, работаем и мыслим. М.: Манн, Иванов, Фербер. 2014. С. 132.
1. 4 McKinsey (2011) Sizing the Internet Economy. Internet Matters: The Net's Sweeping Impact on Growth, Jobs and Prosperity. New York: McKinsey Global Institute.
5. Глазков Ю.Е., Доровских Д.В. Развитие информационного обеспечения управления АПК //Импортозамещающие технологии и оборудование для глубокой комплексной переработки сельскохозяйственного сырья [Электронный ресурс] : материалы I Всерос. конф. с междунар. участием / под общ. ред. Ю. В. Родионова ; ФГБОУ ВО «ТГТУ». – Тамбов : Издательский центр ФГБОУ ВО «ТГТУ», 2019. С. 524-530.
6. Глазков Ю.Е., Доровских Д.В. Применение цифровых технологий при планировании работы машинотракторного парка //Научное обеспечение инженерно-технической системы АПК: материалы Национальной научно-практической конференции, посвященной 60-летию работы кафедры эксплуатации и ремонта машин агроинженерного факультета, 90-летию доктора химических наук, профессора, заслуженного деятеля науки УР Г. А. Кораблева и 85-летию кандидата технических наук, профессора, заслуженного работника сельского хозяйства УР, почетного работника высшего профессионального образования РФ Б. Д. Зонова. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2020. – С.18-23.

ЦИФРОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ОБЕСПЕЧЕНИИ ЭФФЕКТИВНОСТИ БИЗНЕС-ПРОЦЕССОВ ПРЕДПРИЯТИЙ**Саталкина Н.И.,***ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет» - к.э.н., доцент кафедры «Экономическая безопасность и качество» ул. Советская 106, г.Тамбов, Тамбовская область 392000 Россия, e-mail: lady.satalkina2011@yandex.ru*

Для успешной трансформации производственной сферы в цифровую экономику необходимо на уровне хозяйствующих субъектов разработать комплекс мер по технической модернизации. С этой целью производственный процесс должен быть ориентирован на реализацию концепции PDCA. Она известна еще как цикл Деминга и предполагает улучшение процессов разработки и управление качеством продукта. Последнее понимается шире, чем продукт. В современной трактовке эта концепция рассматривается как инструмент повышения качества всей управленческой деятельности, адаптированный к процессу цифровизации производственного предприятия в рамках процессного подхода [1]

Сущность процессного подхода раскрывается в таких действиях, как: идентификация процессов, построение их последовательности и установление взаимосвязи; выработка критериев и показателей оценки результативности процессов; определение потребности каждого процесса в необходимых ресурсах; контроль и измерение процессов; анализ их результативности; разработка мероприятий, необходимых для достижения запланированных результатов и постоянного улучшения процессов. Если весь комплекс вышеперечисленных действий выполняется, то можно свидетельствовать о том, что процессный подход работает.

Для создания системы управления бизнес процессами предполагается создание дорожной карты. Это по сути программный документ, в котором предусмотрены все шаги реализации процессного подхода к управлению. Важным моментом в процессном управлении является обеспечение эффективности процесса.

Оценка эффективности процессов актуализируется в современной экономике, которая в целом мобилизуется, то есть при ограниченных экономических ресурсах хозяйствующим субъектам, приходится, выбирать те направления бизнеса, которые способны обеспечить его выживаемость, устойчивость и перспективность развития в будущем. Эффективность не заканчивается производственным процессом, она распространяется и на маркетинговую деятельность, часть из которой является поддержание обратной связи с клиентами, формирование лояльности у потребителей к продукции (торговой марке, торговому знаку) предприятия.

Среди бизнес процессов выделяются процессы обслуживания клиентов или, иначе говоря, после-продажная деятельность хозяйствующего субъекта. Прежде всего, каждый клиент, который покупает продукт или услугу, ожидает эффективности обслуживания. В это понятие входит, к примеру, общее время от поступления заказа до доставки его потребителю. Снизить времени обработки заказа можно через цифровизацию, в частности, этого бизнес-процесса.

Эффективность процессов необходима, как с позиции клиента, так и с точки зрения интересов руководства и персонала предприятия, так как она влияет на стоимость процесса. Внутренняя эффективность процессов измеряется через систему показателей, основу которых составляют критерии, отобранные в соответствии с поставленными целями и задачами каждого процесса. Эффективность процессов имеет прямое отношение к общим эксплуатационным расходам, поэтому внедрение измерений эффективности процесса поможет выявить области и факторы, которые необходимо контролировать и изменять в процессе улучшения указанного процесса.[2,4]

Для оценки эффективности бизнес-процессов на предприятии применяются ключевые показатели эффективности (KeyPerformanceIndicators (KPI)), состав которых обусловлен особенностями бизнес процессов хозяйствующего субъекта. Руководство предприятием используют KPI на нескольких уровнях, KPI высокого уровня отражают общую эффективность бизнеса, в то время как KPI низкого уровня акцентируются на отдельных операциях и подпроцессах, например, маркетинг, менеджмент персонала, управление документацией и др.

KPI классифицируются и по продолжительности процессов. Долгосрочные KPI, как правило, базируются на технологии BusinessIntelligence (BI), которая обеспечивает ряд преимуществ. Пользова-

тель может создавать свои собственные отчеты, просматривать информацию, нарезать и вырезать данные, экспортировать их и, в конечном итоге, анализировать их по мере необходимости. С позиции цифровизации бизнес процессов, в данном формате можно привести типичные примеры долгосрочных KPI:[3]

- количество экземпляров каждого процесса или документа. Анализ проводится в соответствии с месяцем процесса или документа, пользователем, который его создал, и т.д. Этот KPI позволяет проанализировать «сезонность бизнес процессов» (когда создается больше процессов или документов) или идентифицировать количество обработанных документов на каждом этапе;

- среднее время, необходимое для завершения процесса. Этот индикатор полезен для соблюдения соглашений об уровне обслуживания и отслеживания превышения сроков;

- среднее время, необходимое для каждого шага процесса, что важно при выявлении проблемных зон и анализа возможных причин. Такая информация позволяет более подробно исследовать каждый шаг процесса и выявить места неэффективности его составляющих.

Краткосрочные KPI или «индикаторы реального времени», как правило, основаны на технологии мониторинга деловой активности и отображаются в BSC (BalancedScorecard) системе сбалансированных показателей. Эти инструменты позволяют устанавливать оповещения таким образом, чтобы, когда индикатор превышает предопределенные сроки, пользователь знал, что пришло время предпринять некоторые действия. Типичными примерами краткосрочных KPI являются:

- количество экземпляров процесса, созданных за последний час. Такая информация служит сигналом о загруженности системы и позволяет принять соответствующие меры;

- время необходимое для определенного шага. Обычно один индикатор не предоставляет достаточно информации для принятия решения и его необходимо сравнивать с другими. Этот анализ может подтвердить или опровергнуть гипотезу, основанную на первом показателе.

В целом индикаторы всегда представляют частичную информацию, которая отражает ситуации важные для раннего выявления, однако, прежде чем делать выводы, необходимо дополнить результаты исследования процесса другими KPI.

По характеру отражаемой информации выделяют следующие KPI:

- соотношение между достигнутыми результатами и используемыми ресурсами. Данный индикатор сигнализирует об уровне эффективности процесса или его составляющих (подпроцессов и отдельных операций);

- соотношение между полученными результатами и временем на его достижение. Этот индикатор производительности используемых ресурсов;

- соотношение между прибылью и объемом реализованной продукции. Это индикатор рентабельности продаж.

Таким образом, использование KPI в оценке бизнес процессов позволяет отслеживать достижение целей хозяйствующего субъекта. При этом KPI должны соответствовать базовым условиям экономики на определенном этапе ее развития, они должны пересматриваться и быть гибкими и адаптируемыми к конкретному предприятию исходя из стратегии развития его бизнеса.

Список использованных источников

1. Н.С. Нечеухина, Н.А. Полозова, Т.И.Буянова.Контролинг как механизм повышения эффективности промышленного предприятия в условиях применения цифровых технологий // Научно-технические ведомости СПбГПУ. Экономические науки.Т.10, №4,2017, с.176.
2. Рудакова, О.С. Реинжиниринг бизнес-процессов: Учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по специальностям экономики и управления / О.С. Рудакова. - М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2013. - 343 с.
3. Ширяев, В.И. Управление бизнес-процессами: Учебно-методическое пособие / В.И. Ширяев, Е.В. Ширяев. - М.: Финансы и статистика, 2014. – 464с.
4. Глазков Ю.Е., Доровских Д.В. Применение цифровых технологий при планировании работы машинотракторного парка //Научное обеспечение инженерно-технической системы АПК: материалы Национальной научно-практической конференции, посвященной 60-летию работы кафедры эксплуатации и ремонта машин агроинженерного факультета, 90-летию доктора химических наук, профессора, заслуженного деятеля науки УР Г. А. Кораблева и 85-летию кандидата технических наук, профессора, заслуженного работника сельского хозяйства УР, почетного работника высшего профессионального образования РФ Б. Д. Зонова. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2020. – С.18-23.

**ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВА ПОДГОТОВКИ АРХИТЕКТОРОВ ЗА СЧЕТ ПРИВЛЕЧЕНИЯ
СТУДЕНТОВ К РЕШЕНИЮ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ ЗАДАЧ РЕГИОНА**

Старкова Т.В.

*ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», почетный архитектор
России, старший преподаватель кафедры «Архитектура и строительство зданий»
e-mail: tstarkova1957@mail.ru*

Мищенко Е.С.

*ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», доктор экономических наук,
профессор кафедры «Менеджмент»
e-mail: lenochkami@yandex.ru*

Монастырев П.В.

*ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», доктор технических наук,
профессор кафедры «Конструкции зданий и сооружений»
e-mail: monastyrev68@mail.ru*

Инновационный механизм развития системы менеджмента качества (СМК) Тамбовского государственного технического университета ориентирован на мировые и национальные тренды развития в сфере высшего образования, что создает предпосылки для перехода на новый качественный уровень подготовки конкурентоспособных кадров.

В настоящее время разработана «Стратегия социально – экономического развития Тамбовской области на период до 2030 года», документ, формирующий систему целей трех уровней в развитии региона [1]. Приоритетами инновационного развития и модернизации в интересах экономики региона (второй уровень целей) являются: эффективное и устойчивое развитие агропромышленного комплекса (АПК); развитие отраслей сферы услуг, в первую очередь, туризма; повышение эффективности подготовки кадров для инновационной сферы; повышение эффективности подсистемы генерации новых знаний; развитие транспортной и инженерной инфраструктуры.

Одним из элементов реализации указанных целей является организация сетевого взаимодействия бизнеса, научно - исследовательских организаций и учреждений профессионального образования области по принципу профильных образовательно-научных комплексов (ОНК). С учетом стратегии развития Тамбовской области и в соответствие с программой стратегического развития ФГБОУ ВО «ТГТУ» стратегические и тактические планы развития института архитектуры, строительства и транспорта, как структурной составляющей Тамбовского государственного технического университета, формируют ОНК технического развития с предложением взаимодействия ТГТУ и элементов инновационной инфраструктуры региональной инновационной системы [2,3,4]. Основными объектами взаимодействия выступают знания, умения и навыки обучающегося, разработки и реализации образовательных программ, применения специальных методов, приемов и технологий обучения, в основе которых лежит система качества образования в формировании человеческого капитала. Качество образования формирует высококвалифицированную составляющую человеческого капитала, проявляющуюся в способности генерировать инновации, вырабатывать нестандартные управленческие решения, а также в условиях изменяющегося рынка труда обеспечивает работнику высокую мобильность.

Исследуя систему составляющих региона, видно, что «Регион» – это не только сумма различных административно-территориальных составляющих, но и пространство диалога специалистов, архитекторов, градостроителей, дающий право выстраивать этот диалог в экономическом, социальном и культурном контексте развития общества. Качественное улучшение жизни человека диктует совокупность соответствующего профессионального образования и потребности рынка труда, связанного с выполнением особого заказа на компетентного профессионального специалиста-архитектора со стороны работодателей, способного создавать и реализовывать социальные проекты, гармонично решающие социально-экономические задачи через архитектурный объект [5, 6].

С учетом потребностей рынка труда, требований федеральных органов исполнительной власти, соответствующих отраслевых требований ТГТУ ежегодно ведёт выпуск кадровых специалистов, способных эффективно, с использованием фундаментальных теоретических и прикладных знаний и инновационных технологий осуществлять тот самый диалог через творческую деятельность в научно-

исследовательской сфере и в формировании комфортной среды обитания и жизнедеятельности человека. Федеральным государственным образовательным стандартом продиктованы определенные компетенции, которые в архитектурном образовании должен приобрести, а в будущем обладать профессионалом архитектор. Целый ряд социальных программ, реализуемых в нашей стране, требуют подготовку нового типа архитектора, владеющего навыками социального проектирования, с новым набором качеств, обладающие социально-проектным мышлением и социально-личностными компетенциями.

Институт архитектуры, строительства и транспорта (АрхСиТ) ТГТУ – институт, нацеленный на новый образовательный результат, выполняющий функции качества образования, формирование компетенций, подготовки и включения выпускника профессионала архитектора в различные сферы жизнедеятельности общества, с соответствующими потребностями заказчика, приобщения его к культуре, нацеленный на приумножение человеческого капитала. Выпускники - архитекторы, доказывают свою готовность разрабатывать, презентовать социальные проекты, обеспечивающие развитие общества в социально-экономических отношениях региона, в отношениях человека и окружающей среды, а также участвовать в их реализации [7,8,9].

На примере нескольких творческих выпускных квалификационных работ (ВКР) покажем взаимосвязь образовательного процесса подготовки архитекторов со стратегией социально – экономического развития региона. Проиллюстрируем проекты, где предложения творческих работ направлены на социальную инфраструктуру, обеспечивая целостность общественного организма, качество жизни людей, создавая необходимые стартовые условия развития социальной и экономической сферы региона.

Важной задачей градостроителей и архитекторов сегодня является сохранение, воссоздание, восстановление облика каждого города [10]. Город Тамбов не является исключением, а наоборот нуждается в модернизации и обновлении сложившейся застройки с сохранением уникальности исторического и архитектурного наследия, улучшения качества жилой среды, делая его конкурентоспособным и инновационно привлекательным [11, 12, 13]. На рисунке 1 представлен проект ВКР, где выявлены и сохранены своеобразия центральной части города Тамбова, с учетом формирования исторической части города, анализом комплекса социально – экономических, санитарно – гигиенических, технических, экологических и архитектурно – художественных задач. Решены национальные идеи касающиеся реконструкции высокоплотной ковровой застройки: сохранение памятников истории и культуры; реконструкция существующей и внедрение новой застройки; улично-дорожная сеть; размещение общественного центра; создание архитектурно-ландшафтного озеленения.



Рисунок 1 - Тамбов. Застройка исторической территории в границах улиц М. Горького, К. Маркса, Ленинградской, Пролетарской. Северная часть.

На сегодняшний день в Российской Федерации на региональном уровне приняты законы об охране культурного наследия и создания исторических поселений. Историческое поселение – населенный пункт, в границах которого расположены объекты культурного наследия: памятники, ансамбли, достопримечательные места и иные культурные ценности, созданные в прошлые исторические времена, представляющие собой археологическую, архитектурную, градостроительную, научную, эстетическую и социально-культурную ценность [11, 12, 13]. Актуальность проекта ВКР (рис. 2) обусловлена в создании такого исторического поселения в небольшом городе Рассказово районного значения, обладающего историческим потенциалом и местом формирования исторической среды. Универсальный способ трансляции исторического опыта, общего механизма социального наследия, связывания во едином некоторой общности людей и способа их жизни, передачи и сохранения норм и ценностей общественной жизни во времени, создание исторического поселения решает многие существующие задачи ре-

гиона, прежде всего воссоздание объектов недвижимости, наиболее привлекательных для инвесторов, а также привлечение туристических потоков.

По мнению президента России Владимира Путина, именно внутренний туризм может приносить ощутимые бюджетные доходы и служить «катализатором социально-экономического развития территорий». Туризм Тамбовской области привлекателен самобытностью, наличием исторических памятников, богатыми культурными традициями и красивой природой, делает регион привлекательней для инвесторов [14].



Рисунок 2 - Историческое поселение. Город Рассказово Тамбовской области

Агротуризм – это проживание в сельской местности, в настоящих деревенских домиках с возможностью окунуться в быт и культуру населенного пункта. Стратегической задачей агротуристического комплекса выпускной квалификационной работы (рис. 3) преследуется создание благоприятного визуального облика поселения, способствует сохранению и регенерации историко-культурного, ландшафтно-пространственной уникальности поселения, повышению комфортности пребывания туристов, обеспечение безопасности и защиты туристов.

Приоритетным направлением для развития Тамбовского региона является общеобразовательная программа. Опираясь на схему территориального планирования, а также на региональные программы в области образования [15] проектом ВКР (рис. 4) решаются вопросы создание общеобразовательного центра, включающего в себя не только общеобразовательную школу, но и пространство для дополнительного образования по прогрессивным, приоритетным направлениям развития региона. Современный подход к проектированию и оснащению здания общеобразовательной школы дают возможность углубленного изучения не только школьных предметов, но и дополнительного образования в разных сферах социально – прогрессивного развития.

В начале XXI века в развитых регионах страны образованы постиндустриальные информационные сообщества, главными ресурсами которых являются творческий, интеллектуальный потенциал человека и создаваемые им высокие технологии. Для успешного регионального развития в сложившихся условиях социальной экономики стала необходима реализация непрерывного цикла: образование – наука – производство. Техно парки являются звеном, где новые технологии обретают свою коммерческую реализацию, позволяют создать новые рабочие места для квалифицированных специалистов, становятся мощными центрами социальной и экономической жизни региона. Актуальность формирования агротехнопарка, объединяющего в себе научно-исследовательскую и производственную

составляющие (проект ВКР рис.5) ведет к дальнейшему развитию агропромышленного комплекса наукограда пригорода Мичуринска, единственного в России города науки развивающейся в агропромышленном комплексе. Проект агротехнопарка позволяет создать условия быстрой реализации идей новаторов в комфортной обстановке с возможностью обмена идеями, опытом. Кроме того комплекс обеспечивает работу менеджмента, маркетинга и сервиса.



Рисунок 3 - Агротуристический комплекс на 375 мест в совхозе «Селезнёвский»

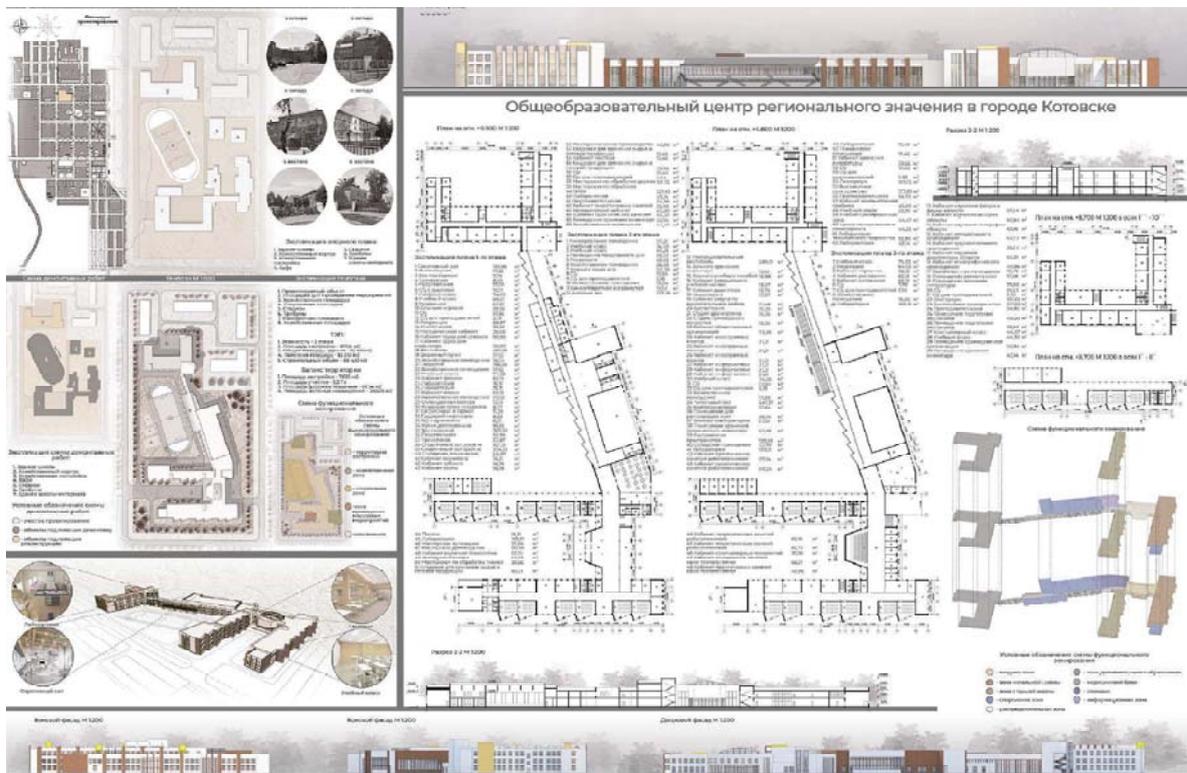


Рисунок 4 - Общеобразовательный центр регионального назначения в городе Котовске

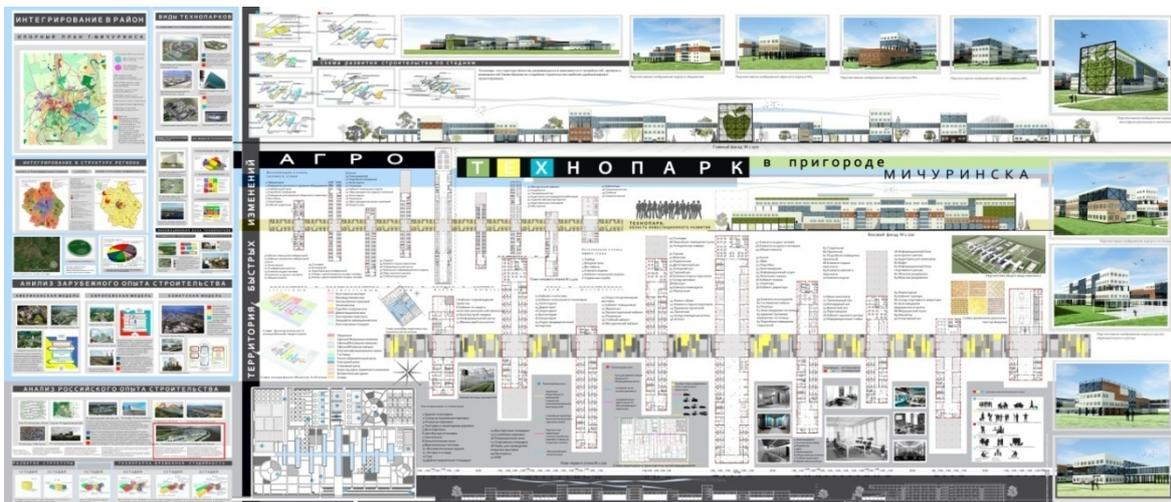


Рисунок 5 - Агротехнопарк в пригороде Мичуринска

В Программе и Стратегии социально-экономического развития Тамбовской области говорится, что в последние годы в области наблюдается интенсивный рост инвестиций в основной капитал на развитие промышленных предприятий, уделяется большое внимание развитию научно-технической и инновационной деятельности [1, 16].

Принят и действует закон Тамбовской области «О научно-технической политике, научной и инновационной деятельности в Тамбовской области», одна из главных задач которого – определение важнейших региональных приоритетов развитие науки и технологий.

Проект планировки западного промышленного района города Тамбова (рис.6) направлен на развитие, модернизацию, и техническое переоснащение производства промышленных объектов недвижимости в развитии науки и технологий, который соответствовали бы общемировым тенденциям развития, российским приоритетным направлениям, целям и задачам инновационной политики региона.

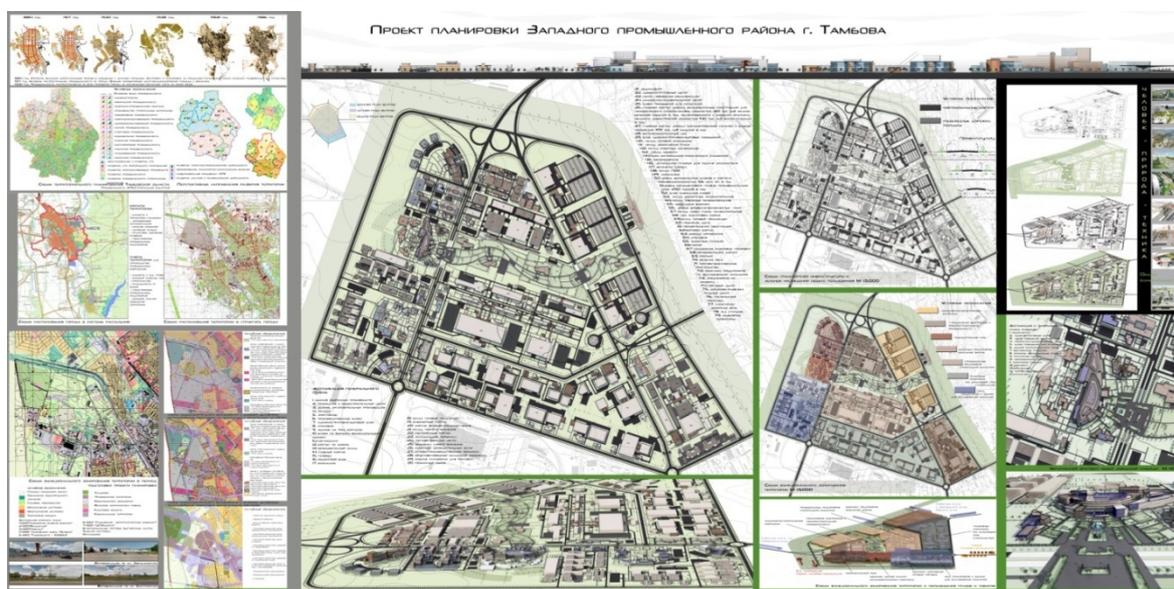


Рисунок 6 - Проект планировки западного промышленного района г. Тамбова

Задачей выпускных квалификационных работ является социализация пространства, разработка элементов инфраструктуры упорядочивающий туризм и научную деятельность, развитие промышленности, аграрной отрасли, забота об экологии и как следствие – привлечение инвестиций. В процессе разработки проектных предложений, эскизов и идей используется комплексный подход с целью сохранения самобытности, аутентичности, идентичности и исторических ресурсов региональной среды.

Таким образом, в выпускных квалификационных работах студенты с использованием фундаментальных теоретических и прикладных знаний решают актуальные задачи современной жизни, что приводит к повышению качества подготовки будущих архитекторов за счет привлечения их к решению социально-экономических задач региона.

Список использованных источников

1. Стратегия развития Тамбовской области до 2030 года. [Электронный ресурс]. Систем. требования: Яндекс. Браузер. URL: <http://strategy.tmbreg.ru/wiki/> (дата обращения: 17.12.2019).
2. Монастырев П.В., Кузнецова Н.В., Умнова О.В. Архитектурно-строительное образование в Тамбовском ГТУ: достижения и стратегия развития // Вопросы современной науки и практики. Университет им. В.И. Вернадского. – 2014. - № 3(53). – С.8-16.
3. Мищенко Е.С., Монастырев П.В. Международное сотрудничество Тамбовского государственного технического университета в области архитектуры и строительства / Материалы 2-й международной научно-практической конференции «Устойчивое развитие региона: архитектура, строительство, транспорт». Тамбов. ТГТУ. 25 сентября 2015 года. – Изд-во Першина Р.В. С.7-10.
5. Мищенко Е.С., Монастырев П.В., Евдокимцев О.В., Мамонтов А.А., Мамонтов С.А. Международное сотрудничество как инструмент повышения качества строительного образования в Тамбовской области. // В сборнике: Безопасность критических инфраструктур и территорий. Проблемы безопасности строительных критических инфраструктур Safety2018 сборник статей VIII Всероссийской научно-технической конференции с международным участием и XVIII школы молодых ученых, IV Международной конференции. Уральский федеральный университет им. первого Президента России Б.Н. Ельцина; Научно-инженерный центр "Надежность и ресурс больших систем и машин" УрО РАН. 2018. С. 243-249.
6. Mishchenko, E., Monastirev, P., Evdokimtsev, O.V., Starkova, T.V. Creative competitions as an element of the quality management system for architects' training // International Multidisciplinary Scientific GeoConference Surveying Geology and Mining Ecology Management, SGEM. Volume 18, Issue 6.4, 2018, Pages 653-660.
7. Мищенко Е.С., Монастырев П.В., Евдокимцев О.В., Старкова Т.В. Конкурсы в системе менеджмента качества подготовки студентов творческих или инженерных направлений. // В сборнике: Современные проблемы в строительстве: постановка задач и пути их решения. Сборник научных статей Международной научно-практической конференции. Юго-Западный государственный университет. Курск, 2019. С. 39-45.
8. Монастырев П.В., Евдокимцев О.В. Профильный институт нового типа, как основа инновационного развития университета / Международная научно-практическая конференция «Устойчивое развитие региона: архитектура, строительство, транспорт». Тамбов. ТГТУ. 25-26 сентября 2014 года. – С.15-22.
9. Мищенко Е.С., Монастырев П.В. Опыт международного научно-образовательного сотрудничества в области архитектуры и строительства // Интеграция образования. – 2015, № 4, Т. 19 – С. 10-15.
10. Монастырев П.В., Евдокимцев О.В., Милованов А.В. Образовательные программы Института архитектуры, строительства и транспорта как элементы инновационного развития экономики Тамбовской области / Материалы 3-й международной научно-практической конференции «Устойчивое развитие региона: архитектура, строительство, транспорт». Тамбов. ТГТУ. 27 июня 2016 года. – Изд-во Першина Р.В. С.8-14.
1. 10.Акимов П.А., Чернышов Е.М., Монастырев П.В. Научные исследования и разработки Российской академии архитектуры и строительных наук: состояние, направления и перспективы развития / Материалы 4-й международной научно-практической конференции «Устойчивое развитие региона: архитектура, строительство, транспорт». Тамбов. ТГТУ. 15-16 июня 2017 года. – Изд-во Першина Р.В. С.12-28.
11. Езерский В.А., Монастырев П.В., Кузнецова Н.В. Выбор варианта проектного предложения по реставрации объекта культурного наследия на основе многокритериального сравнительного анализа // Фундаментальные, поисковые и прикладные исследования РААСН по научному обеспечению развития архитектуры, градостроительства и строительной отрасли Российской Федерации в 2018 году. Научные труды РААСН. Том 1. - 2019. - С. 49-62.
12. Кузнецова Н.В., Жмырова Т.В., Монастырев П.В. Интеграция объектов культурного наследия в городскую среду исторического центра города // Вопросы современной науки и практики. Университет им. В.И. Вернадского. 2018. №4(70). С. 162-174.
13. Monastirev P., Mischenko E., Kuznetsova N. Problems of Integration of Cultural Heritage Objects with Architectural and Historical Environment of the City. 2018IOP Conf. Ser.: Mater. Sci. Eng.463032045 <https://doi.org/10.1088/1757-899X/463/3/032045>

14. Околелов А.Ю. Перспективы развития туризма в Тамбовской области: монография. Мичуринск: МГПИ, 2008. 194 с.
15. Постановление администрации Тамбовской области об утверждении региональной программы «Развитие образования Тамбовской области» (с изменениями на 17 апреля 2019 года) // «Тамбовская жизнь». -2013, №4.
16. Постановление администрации Тамбовской области об утверждении схемы территориального планирования Тамбовской области № 1363 от 24.11.2016г. [Электронный ресурс]. Систем. требования: Яндекс.Браузер. URL: <http://docs.cntd.ru/document/445058261> (дата обращения: 17.12.2019).

УДК 378.147.88

38.54: Строительство. Металлические конструкции

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОГО КОМПЛЕКСА SCAD OFFICE В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ ДИСЦИПЛИНЫ «МЕТАЛЛИЧЕСКИЕ КОНСТРУКЦИИ, ВКЛЮЧАЯ СВАРКУ»

Ауад М.С.,

ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», студент

e-mail: marinaouad.s@gmail.com

Евдокимцев О.В.,

*ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», к.т.н., доцент кафедры
«Конструкции зданий и сооружений»*

e-mail: gent_tam@mail.ru

Монастырев П.В.,

*ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», д.т.н., директор
института архитектуры строительства и транспорта*

e-mail: monastyrev68@mail.ru

Федеральные государственные образовательные стандарты высшего образования (ФГОС ВО++) [1-3] ориентированы на получение студентами профессиональных компетенций, разрабатываемых образовательными организациями на основе соответствующих профессиональных стандартов [4-16]. Модернизация строительной отрасли, связанная с ее переходом на BIM-технологии, делает актуальными компетенции в сфере информационного моделирования.

Неотъемлемым элементом расчетно-конструктивного проектирования зданий является использование систем автоматизированного проектирования, в которые входят различные вычислительные комплексы (SCAD OFFICE, LIRA, STARK ES и др.) [17]. Получение навыков работы с вычислительными комплексами в процессе обучения возможно только при их широком внедрении в образовательный процесс. Области применения ВК SCAD OFFICE в учебном процессе бакалавров направления подготовки «Строительство» при изучении дисциплины «Металлические конструкции, включая сварку» показаны на рисунке 1.



Рисунок 1 - Использование ВК SCAD OFFICE при подготовке бакалавров по направлению «Строительство» в Тамбовском государственном техническом университете

Следует отметить особенности использования вычислительного комплекса по отдельным областям. Так выполнение расчетно-конструкторского раздела ВКР, научно-исследовательских разработок требует, во многих случаях, «продвинутого» уровня компетенций владения программным обеспечением.

ем. Проверка разработанных расчетных моделей, результатов расчета у руководителя ВКР, консультантов занимает значительное количество времени. Создание компьютерной модели возможно только в полнофункциональной (лицензионной) версии программного обеспечения, что невозможно на домашних компьютерах обучающихся. При использовании SCADOFFICE в курсовом проектировании отмеченные трудности немного снижаются.

Проведение лабораторного практикума по анализу напряженно-деформированного состояния стальных конструкций и узлов возможно тремя способами, а также их комбинациями:

1. Классические лабораторные работы с постановкой физического эксперимента;
2. Виртуальные лабораторные работы, основанные на мультимедийном моделировании и компьютерной визуализации физического эксперимента;
3. Практические лабораторные работы, выполняемые на компьютерных моделях, созданных в вычислительных комплексах [18].

Основные достоинства и недостатки указанных способов указаны в таблице 1. На наш взгляд, комбинация первого и третьего способа проведения лабораторных работ позволят более качественно сформировать требуемые компетенции и подготовить студентов к выполнению в будущем трудовых функций.

Таблица 1

Достоинства и недостатки различных способов проведения лабораторных работ

	Достоинства	Недостатки
Классические лабораторные работы	<ul style="list-style-type: none"> ○ Наглядность проведения физического эксперимента ○ Получение навыков работы с экспериментальным оборудованием ○ Возможность непосредственно участвовать в процессе проведения всех этапов работы ○ Получение компетенций в области проведение лабораторных испытаний 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Значительная стоимость лабораторного оборудования ○ Невозможность во многих случаях (исследование потери устойчивости, процессов разрушения и т.п.) многократного использования лабораторных образцов ○ Трудно выявляемые дефекты моделей и погрешности работы контрольно-измерительного оборудования ○ Необходимость соблюдения жестких требований техники безопасности
Виртуальные лабораторные работы	<ul style="list-style-type: none"> ○ Отсутствие материальных затрат на оборудование и экспериментальные образцы ○ Разнообразные формы, созданных виртуальных работ ○ Наглядность проведения (видео-изображения, флеш анимация и т.п.) лабораторных работ ○ Индивидуальные исходные данные 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Сложность самостоятельного создание виртуальных работ ○ Значительная стоимость, а во многих случаях их отсутствие на рынке программ ○ Отсутствие возможности получения дополнительных навыков и умений
Практические лабораторные работы	<ul style="list-style-type: none"> ○ Отсутствие материальных затрат на оборудование и экспериментальные образцы ○ Разнообразие параметров исследуемых конструкций и соединений ○ Большие возможности визуализации и фиксации результатов исследований ○ Индивидуальные исходные данные ○ Получение навыков работы с программным обеспечением 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Невозможность получения навыков проведения физического эксперимента ○ Необходимость наличия начального опыта работы с программным обеспечением

В рамках курса «Металлические конструкции, включая сварку» разработан цикл лабораторных работ, общий принцип выполнения которых показан на рисунке 2. На примере лабораторной работы «Исследование напряженно-деформированного состояния стальной балки составного сечения» приведем краткие сведения о процедурах, используемых при ее выполнении. Целью работы является проведение анализа напряженно-деформированного состояния стальной составной балки двутавровой формы сечения. Работа состоит из двух частей. Первая часть выполняется в виде классической лабораторной работы на модели стальной балки. Напряженное состояние определяется с использованием электрических тензометров сопротивления. Лабораторная работа проводится в групповом составе, на одной модели балки при одной схеме загрузки. Вторая часть работы выполняется с использованием вычислительного комплекса SCADOFFICE на конечно-элементной модели стальной балки.

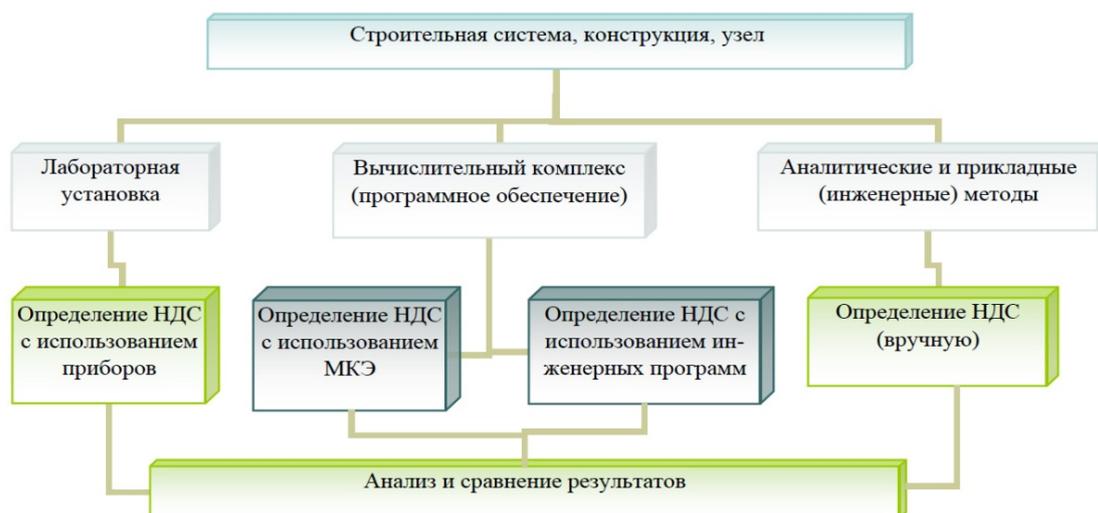


Рисунок 2 – Общая схема выполнения лабораторной работы

Расчетная модель стальной балки создается из 4-х узловых конечных элементов оболочки (рис. 3 а). Каждый студент имеет свои исходные данные. В качестве варьируемых показателей используются:

- расчетная схема (7 вариантов);
- сечение балки;
- величина нагрузки;
- место расположения сечения для анализа напряженного состояния.

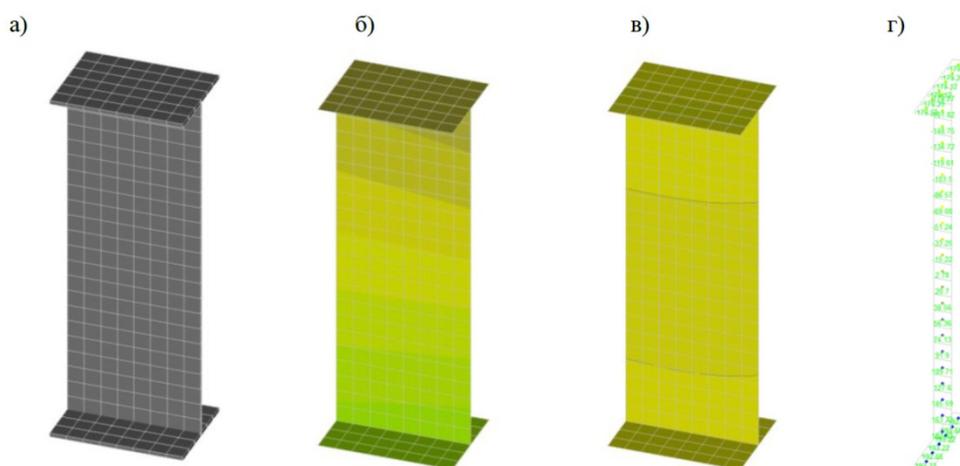


Рисунок 3 – Участок модели стальной балки в ВК SCADOFFICE

а – конечно-элементная модель; б – изополя распределения нормальных напряжений; в - изополя распределения касательных напряжений; г – оцифровка напряжений в конечных элементах

Разработанный алгоритм создания компьютерной модели требует от студентов начальных навыков пользователя ВК SCADOFFICE. После проведения линейного расчета обучающиеся анализируют напряженное состояние модели стальной балки путем визуализации напряжений (рис. 3 б-г), с построением эпюр напряжений в исследуемом сечении.

Полученные результаты в первой и второй частях лабораторной работы сравнивают с напряжениями и деформациями, полученными «ручным» расчетом, и делают выводы. К сожалению, добиться сопоставления результатов первой и второй частей не представляется возможным вследствие вариативности второй части.

Получение компетенций для выполнения такой трудовой функции [4], как «Проведение лабораторных испытаний, специальных прикладных исследований по изучению материалов и веществ структуры, основания и окружения объекта градостроительной деятельности» невозможно без проведения реального эксперимента. Рациональное совмещение классических лабораторных работ на испы-

тательном оборудовании и работы студента в компьютерном классе даст максимальный эффект в получении обучающимися требуемых компетенций.

Список использованных источников

1. Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования – бакалавриата по направлению подготовки 08.03.01 Строительство, утвержденным приказом Минобрнауки России от 31.05.2017 г. № 481.
2. Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования – магистратура по направлению подготовки 08.04.01 Строительство, утвержденным приказом Минобрнауки России от 31.05.2017 г. № 482.
3. Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования – специалитет по специальности 08.05.01 Строительство уникальных зданий и сооружений, утвержденным приказом Минобрнауки России от 31.05.2017 г. № 483.
4. Профессиональный стандарт «Специалист в области инженерно-технического проектирования для градостроительной деятельности», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты РФ от 28.12.2015 г. № 1167н.
5. Профессиональный стандарт «Специалист в области проектирования металлических конструкций зданий и сооружений промышленного и гражданского назначения», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты РФ от 13.03.2017 г. № 269н.
6. Мищенко Е.С., Евдокимцев О.В., Монастырев П.В. Разработка образовательной программы в области повышения энергетической эффективности зданий // Сборник материалов II Международная конференция «Проблемы безопасности строительных критичных инфраструктур». Екатеринбург. УрФУ. 27-27 мая 2016 года. – Информационный портал УрФУ <http://www.urfu.ru>. С.166-171.
7. Монастырев П.В., Евдокимцев О.В., Милованов А.В. Образовательные программы Института архитектуры, строительства и транспорта как элементы инновационного развития экономики Тамбовской области / Материалы 3-й международной научно-практической конференции «Устойчивое развитие региона: архитектура, строительство, транспорт». Тамбов. ТГТУ. 27 июня 2016 года. – Изд-во Першина Р.В. С.8-14.
8. Мищенко Е. С., Монастырев П. В., Евдокимцев О. В., Корчагина О. А., Матвеева И. В. Энергоэффективное строительство в Тамбовской области: образовательные аспекты / В. И. Вернадский: устойчивое развитие регионов [Электронный ресурс] : материалы Международной научно-практической конференции. В 5 т. Т. 1 / под науч. ред. В. А. Грачева, М. Н. Краснянского, Н. В. Молотковой и др. ; Между-нар. науч.-практ. конф., 7 – 9 июня 2016 г., г. Тамбов. – Тамбов: Изд-во ФГБОУ ВО «ТГТУ», 2016. С 232-238
9. Мищенко Е. С., Монастырев П. В., Евдокимцев О. В., Корчагина О. А., Матвеева И. В. Актуальность образовательных программ прикладной магистратуры в области энергоэффективного строительства // Вопросы современной науки и практики. Университет им. В.И. Вернадского. – 2016. - № 4(62). – С.203-209.
10. Мищенко Е.С., Монастырев П.В., Евдокимцев О.В. Аспекты разработки образовательных программ в области BIM-технологий с учетом работодателей / Материалы 5-й международной научно-практической конференции «Устойчивое развитие региона: архитектура, строительство, транспорт». Тамбов. ТГТУ. 24-25 мая 2018 года. – Изд-во Першина Р.В. С.385-392.
11. Мищенко Е. С., Монастырев П. В., Евдокимцев О. В. Образовательная программа проекта MARUEEB как элемент системы инновационного развития региона / Сборник материалов III Международная конференция «Проблемы безопасности строительных критичных инфраструктур». Екатеринбург. УрФУ. 16-17 мая 2017 года. – С.463-472.
12. Мищенко Е. С., Монастырев П. В., Евдокимцев О. В. Формирование результатов обучения магистра в области энергоэффективного строительства // Вопросы современной науки и практики. Университет им. В.И. Вернадского. – 2017. - № 3(65). С.156-165.
13. Elena Mishchenko, Pavel Monastyrev, Oleg Evdokimtsev Design, Implementation and Quality Assessment of Educational Programs in Energy-Efficient Construction // 20th General Assembly of the International Experts. Florence (Italy), Fondazione Romualdo Del Bianco Istituto Internazionale Life Beyond Tourism, 2018, P.335-340.
14. Мищенко Е.С., Монастырев П.В., Евдокимцев О.В. Разработка, реализация, оценка качества образовательных программ в области энергоэффективного строительства // Третья национальная научно-практическая конференция молодых ученых «Актуальные вопросы, достижения и инновации науки XXI века». Выпуск 58. Издательство Першина Р.В. – 2018. С. 36-39.

15. E Mishchenko, P Monastirev and O Evdokimtsev. Quality Improvement of Specialists Training for Energy-Efficient Construction. 2018 IOP Conf. Ser.: Mater. Sci. Eng. 463 032046 <https://doi.org/10.1088/1757-899X/463/3/032046>
16. Мищенко Е.С., Монастырев П.В., Евдокимцев О.В., Мамонтов А.А., Мамонтов С.А. МЕЖДУНАРОДНОЕ СОТРУДНИЧЕСТВО КАК ИНСТРУМЕНТ ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА СТРОИТЕЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ В ТАМБОВСКОЙ ОБЛАСТИ. В сборнике: Безопасность критичных инфраструктур и территорий. Проблемы безопасности строительных критичных инфраструктур Safety2018 сборник статей VIII Всероссийской научно-технической конференции с международным участием и XVIII школы молодых ученых, IV Международной конференции. Уральский федеральный университет им. первого Президента России Б.Н. Ельцина; Научно-инженерный центр "Надежность и ресурс больших систем и машин" УрО РАН. 2018. С. 243-249.
17. Ауад М.С., Евдокимцев О.В., Монастырев П.В. Разработка и реализация виртуальных лабораторных работ по исследованию напряженно-деформированного состояния металлических конструкций в вычислительных комплексах. / Материалы 6-й международной научно-практической конференции, посвященной 40-летию юбилею института архитектуры, строительства и транспорта ТГТУ «Устойчивое развитие региона: архитектура, строительство, транспорт». Тамбов. ТГТУ. 22-25 мая 2019 года. – Изд-во Першина Р.В. С.509-512.
18. Комплекс виртуальных лабораторных работ для студентов направления «Строительство» с применением ПК SCAD / А.А. Семенов, И.А. Порываев, М.Н. Сафиуллин // Строительство уникальных зданий и сооружений. 2014. №1. С 4-22

УДК 378.016

14.35.07: Образование и обучение в высшей профессиональной школе

СТРОИТЕЛЬНОЕ ОБРАЗОВАНИЕ В ПЕРИОД ЦИФРОВИЗАЦИИ ЭКОНОМИКИ РФ

Монастырев П.В.,

*ФГБОУ ВО "Тамбовский государственный технический университет", д.т.н., директор Института архитектуры строительства и транспорта,
e-mail: monastirev68@mail.ru*

Умнова О.В.

*ФГБОУ ВО "Тамбовский государственный технический университет", к.т.н., заведующая кафедрой "Конструкции зданий и сооружений",
e-mail: pf166@yandex.ru*

Струлев С.А.

*ФГБОУ ВО "Тамбовский государственный технический университет", директор ЦКП "ВИМ - технологии"
e-mail: wolk231184@mail.ru*

Неуклонный курс на цифровизацию экономики Российской Федерации накладывает определенный отпечаток не только на перспективы развития технологий в строительной сфере, но и на подготовку специалистов всех уровней квалификации, включая высшую [1-14]. На существующем этапе перед строителями стоят задачи не только глубокого и повсеместного внедрения информационных технологий и автоматизации производственных процессов во всех сферах деятельности, но и масштабные задачи по реализации целого ряда национальных проектов.

Строительная сфера в той или иной степени затрагивает без преувеличения все стратегические направления национальных проектов от здравоохранения до культуры и образования. Перед инженерами и архитекторами стоят задачи по обеспечению инфраструктурной поддержки при реализации этих проектов.

С другой стороны часть национальных проектов напрямую возложена на строительную отрасль. Среди таких направлений следует отметить следующие: "Жилье и городская среда", "Безопасные и качественные автомобильные дороги", а также "Комплексный план модернизации и расширения магистральной инфраструктуры" [1]. Реализация этих национальных проектов в полной мере зависит от интенсивности работы и скорости развития строительной отрасли Российской Федерации.

Следует заметить, что для решения столь масштабных задач отрасль должна перестроиться и перейти на новую ступень эволюционного развития, существенно нарастив темпы производства, произ-

водительность труда и основные экономические показатели при сохранении и даже повышении качества конечного продукта.

Решение поставленных задач возможно только при комплексном развитии строительной отрасли включая разработку новых материалов, конструкций и методов ведения работ. Однако, наиболее перспективным и ожидаемым шагом для всех строителей является глубокая цифровизация отрасли. Этот шаг позволит существенно улучшить условия труда всех сотрудников, обеспечит площадку для внедрения новейших подходов и технологий, повысит темпы производства и производительность труда. Для строительства наиболее перспективными направлениями являются технологии информационного моделирования зданий, внедрение умных и беспилотных технологий, глубокая автоматизация и роботизация производственных процессов.

Информационное моделирование зданий и сооружений является на данный момент наиболее "зрелой" технологией из ранее перечисленных. Её внедрение давно готовится в РФ (с 2014 года) на всех уровнях начиная с правительства и заканчивая небольшими частными организациями [15]. Технологии информационного моделирования (ТИМ) являются обязательными к применению во многих "развитых" странах, так что их внедрения нашей стране способствует повышению экспортного потенциала строительной индустрии. ТИМ позволит повысить скорость проектирования и устранить основную часть коллизий, выведя качества проектирования на принципиально новый уровень. Качественные проекты, наряду с мощной информационной поддержкой ТИМ моделей и новыми возможностями по информационной коммуникации между участниками производственных отношений способно в свою очередь ускорить производственные процессы на строительной площадке и подготовить информационную и кадровую базу для внедрения таких подходов как участниками производственных отношений способно в свою очередь ускорить производственные процессы на строительной площадке и подготовить информационную и кадровую базу для внедрения таких подходов как 3D строительная печать, беспилотные технологии для строительных машин и умные технологии. Не останется в стороне и сфера эксплуатации готовых объектов. Здесь следует отметить прежде всего экономические эффекты от сокращения затрат на текущее обслуживание и качества коммерческой эксплуатации недвижимости. Таким образом, внедрение ТИМ способно запустить цепную реакцию позитивных преобразований во всех сферах строительного производства и подготовить плодотворную почву для дальнейшего развития строительной отрасли.

В сложившихся условиях особое значение приобретают центры архитектурно-строительного образования в ВУЗах РФ. Именно строительные университеты и институты обладают и научным и образовательным потенциалом для решения целого ряда насущных проблем, таких как подготовка новых и переподготовка действующих кадров, способных работать в новых условиях цифровой экономики и применять на практике подходы ТИМ, а также осуществлять комплексную экспертную и методическую поддержку, проводить прикладные и теоретические исследования в области ТИМ и её наиболее эффективного применения для решения различных задач.

В ТГТУ существует ЦКП "ВИМ технологий", на базе которого и выполнена данная работа. Центр призван решать все выше обозначенные задачи. Работа центра сосредоточена на подготовке кадров для новой "цифровой" экономики как Тамбовской области, так и Российской Федерации в целом.

Список использованных источников

1. О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года: Указ президента Российской Федерации от 7 мая 2018 г. № 204 // Информационно-правовой портал Гарант.Ру - <http://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/71837200/>. - 2018. - 8 мая.
2. Монастырев П.В., Евдокимцев О.В. Профильный институт нового типа, как основа инновационного развития университета / Международная научно-практическая конференция «Устойчивое развитие региона: архитектура, строительство, транспорт». Тамбов. ТГТУ. 25-26 сентября 2014 года. – С.15-22.
3. Мищенко Е.С., Монастырев П.В. Международное сотрудничество Тамбовского государственного технического университета в области архитектуры и строительства / Материалы 2-й международной научно-практической конференции «Устойчивое развитие региона: архитектура, строительство, транспорт». Тамбов. ТГТУ. 25 сентября 2015 года. – Изд-во Першина Р.В. С.7-10.
4. Мищенко Е.С., Евдокимцев О.В., Монастырев П.В. Разработка образовательной программы в области повышения энергетической эффективности зданий // Сборник материалов II Международная конференция «Проблемы безопасности строительных критических инфраструктур». Екатеринбург. УрФУ. 27-27 мая 2016 года. – Информационный портал УрФУ <http://www.urfu.ru>. С.166-171.
5. Монастырев П.В., Евдокимцев О.В., Милованов А.В. Образовательные программы Института архитектуры, строительства и транспорта как элементы инновационного развития экономики Там-

- бовской области / Материалы 3-й международной научно-практической конференции «Устойчивое развитие региона: архитектура, строительство, транспорт». Тамбов. ТГТУ. 27 июня 2016 года. – Изд-во Першина Р.В. С.8-14.
6. Мищенко Е. С., Монастырев П. В., Евдокимцев О. В., Корчагина О. А., Матвеева И. В. Энергоэффективное строительство в Тамбовской области: образовательные аспекты / В. И. Вернадский: устойчивое развитие регионов [Электронный ресурс] : материалы Международной научно-практической конференции. В 5 т. Т. 1 / под науч. ред. В. А. Грачева, М. Н. Краснянского, Н. В. Молотковой и др. ; Между-нар. науч.-практ. конф., 7 – 9 июня 2016 г., г. Тамбов. – Тамбов: Изд-во ФГБОУ ВО «ТГТУ», 2016. С 232-238
 7. Мищенко Е. С., Монастырев П. В., Евдокимцев О. В., Корчагина О. А., Матвеева И. В. Актуальность образовательных программ прикладной магистратуры в области энергоэффективного строительства // Вопросы современной науки и практики. Университет им. В.И. Вернадского. – 2016. - № 4(62). – С.203-209.
 8. Мищенко Е.С., Монастырев П.В., Евдокимцев О.В. Аспекты разработки образовательных программ в области BIM-технологий с учетом работодателей / Материалы 5-й международной научно-практической конференции «Устойчивое развитие региона: архитектура, строительство, транспорт». Тамбов. ТГТУ. 24-25 мая 2018 года. – Изд-во Першина Р.В. С.385-392.
 9. Мищенко Е. С., Монастырев П. В., Евдокимцев О. В. Образовательная программа проекта MARUEEB как элемент системы инновационного развития региона / Сборник материалов III Международная конференция «Проблемы безопасности строительных критичных инфраструктур». Екатеринбург. УрФУ. 16-17 мая 2017 года. – С.463-472.
 10. Мищенко Е. С., Монастырев П. В., Евдокимцев О. В. Формирование результатов обучения магистра в области энергоэффективного строительства // Вопросы современной науки и практики. Университет им. В.И. Вернадского. – 2017. - № 3(65). С.156-165.
 11. Elena Mishchenko, Pavel Monastyrev, Oleg Evdokimtsev Design, Implementation and Quality Assessment of Educational Programs in Energy-Efficient Construction // 20th General Assembly of the International Experts. Florence (Italy), Fondazione Romualdo Del Bianco Istituto Internazionale Life Beyond Tourism, 2018, P.335-340.
 12. Мищенко Е.С., Монастырев П.В., Евдокимцев О.В. Разработка, реализация, оценка качества образовательных программ в области энергоэффективного строительства // Третья национальная научно-практическая конференция молодых ученых «Актуальные вопросы, достижения и инновации науки XXI века». Выпуск 58. Издательство Першина Р.В. – 2018. С. 36-39.
 13. E Mishchenko, P Monastyrev and O Evdokimtsev. Quality Improvement of Specialists Training for Energy-Efficient Construction. 2018 IOP Conf. Ser.: Mater. Sci. Eng. 463 032046 <https://doi.org/10.1088/1757-899X/463/3/032046>
 14. Мищенко Е.С., Монастырев П.В., Евдокимцев О.В., Мамонтов А.А., Мамонтов С.А. МЕЖДУНАРОДНОЕ СОТРУДНИЧЕСТВО КАК ИНСТРУМЕНТ ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА СТРОИТЕЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ В ТАМБОВСКОЙ ОБЛАСТИ. В сборнике: Безопасность критичных инфраструктур и территорий. Проблемы безопасности строительных критичных инфраструктур Safety2018 сборник статей VIII Всероссийской научно-технической конференции с международным участием и XVIII школы молодых ученых, IV Международной конференции. Уральский федеральный университет им. первого Президента России Б.Н. Ельцина; Научно-инженерный центр "Надежность и ресурс больших систем и машин" УрО РАН. 2018. С. 243-249.
 15. Об утверждении плана поэтапного внедрения технологий информационного моделирования в области промышленного и гражданского строительства: Приказ Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации от 29 декабря 2014 г. № 926/пр // КонсультантПлюс - <http://www.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?base=EXP;frame=1;n=611510;req=doc#06639462337764752> .

Научное издание

**СОВРЕМЕННАЯ НАУКА:
ТЕОРИЯ, МЕТОДОЛОГИЯ, ПРАКТИКА**

Материалы

*2-ой Всероссийской (национальной) научно-практической конференции
Тамбов, 28-29 мая 2020 г.*

**Издательство ИП Чеснокова А.В.
392020, г. Тамбов, ул. О. Кошевого 14. Тел. (4752) 53-60-84.**

Подписано в печать 29.05.2020 г. Формат 60х90/8.
Объем – 32,3 усл. печ. л. Тираж 150 экз. Заказ № 398.