

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
III-ЕЙ ВСЕРОССИЙСКОЙ (НАЦИОНАЛЬНОЙ)
НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ*



ТАМБОВ, 13-14 АПРЕЛЯ 2021 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
III-ей Всероссийской (национальной)
научно-практической конференции**

Тамбов, 13-14 апреля 2021г.

Тамбов 2021

УДК 08
ББК 1
С 56

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., 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.*

С 56 Современная наука: теория, методология, практика: Материалы III-ей всероссийской (национальной) научно-практической конференции, 13-14 апреля 2021г. / ФГБОУ ВО "Тамбовский государственный технический университет". – Тамбов, Изд-во ИП Чеснокова А.В., 2021. – 354 с.

ISBN 978-5-6043764-9-2

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 международной 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, 2021
© ФГБОУ ВО "Тамбовский государственный
технический университет", 2021
© Издательство ИП Чеснокова А.В., 2021

ISBN 978-5-6043764-9-2

СОДЕРЖАНИЕ

ПЛЕНАРНЫЕ ДОКЛАДЫ	9
<i>Чернышов Е.М., Макеев А.И.</i> О ПРОБЛЕМЕ РАЗВИТИЯ, ЭВОЛЮЦИИ «ЦИФРОВОГО ПОДХОДА» В МАТЕРИАЛОВЕДЕНИИ И ТЕХНОЛОГИИ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОМПОЗИТОВ.....	9
<i>Федосов С.В., Румянцева В.Е., Красильников И.В.</i> СОВРЕМЕННЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ МАССОПЕРЕНОСА В ПРОЦЕССАХ КОРРОЗИИ БЕТОНА И ЖЕЛЕЗОБЕТОНА.....	22
<i>Леденева Г.Л.</i> ФРАКТАЛ КАК ИДЕАЛЬНАЯ МОДЕЛЬ УСТОЙЧИВОСТИ.....	26
<i>Никольский М. В.</i> ОТРАЖЕНИЕ НАЦИОНАЛЬНЫХ ХУДОЖЕСТВЕННЫХ ТРАДИЦИЙ В СОВРЕМЕННОМ ДИЗАЙНЕ.....	30
<i>Андреанов К.А., Матвеева И.В.</i> ПРОБЛЕМЫ СОХРАНЕНИЯ ИСТОРИЧЕСКОЙ ИДЕНТИЧНОСТИ ГОРОДСКОЙ СРЕДЫ ПРОВИНЦИАЛЬНЫХ ГОРОДОВ НА ПРИМЕРЕ Г.ТАМБОВА.....	34
СЕКЦИЯ 1. АРХИТЕКТУРА	38
<i>Куликов А.С., Руденко Я.А.</i> ТВОРЧЕСКИЕ ДОСТИЖЕНИЯ СОВЕТСКИХ АРХИТЕКТОРОВ В ПРОЕКТИРОВАНИИ И СТРОИТЕЛЬСТВЕ АДМИНИСТРАТИВНО-УПРАВЛЕНЧЕСКИХ ЗДАНИЙ ПОСЛЕДНЕГО ДЕСЯТИЛЕТИЯ СССР (1981-1991 ГГ.).....	38
<i>Старкова Т.В.</i> ТИПОЛОГИЯ ПРИРОДНО-КУЛЬТУРНЫХ КОМПЛЕКСОВ ДВОРЯНСКИХ УСАДЬБ И ИХ ВЗАИМОСВЯЗЬ С ЛАНДШАФТНОЙ СТРУКТУРОЙ ТЕРРИТОРИИ ТАМБОВСКОГО РЕГИОНА.....	44
<i>Власова О.В.</i> ОСОБЕННОСТИ ВОЗНИКНОВЕНИЯ И СТРОИТЕЛЬСТВА ГОСТИНЫХ ДВОРОВ И ТОРГОВЫХ РЯДОВ.....	55
<i>Ельчищева Т.Ф., Жоркина Д.Г.</i> ИНТЕРЬЕР КУХНИ С ОБОРУДОВАНИЕМ В СТИЛЕ «ХАЙ-ТЕК».....	60
<i>Ельчищева Т.Ф., Жиркова В.А., Мерзликина Я.Р.</i> РОЛЬ МАКЕТИРОВАНИЯ В РАЗВИТИИ ОБЪЕМНО-ПРОСТРАНСТВЕННОГО МЫШЛЕНИЯ СТУДЕНТА-АРХИТЕКТОРА.....	66
<i>Кузнецова Н.В., Полухтина А.О.</i> ОБОСНОВАНИЕ ВЫБОРА ФУНКЦИЙ ОБЩЕСТВЕННОГО ЦЕНТРА СЕЛЬСКОГО ПОСЕЛЕНИЯ.....	69
<i>Кичигина И.А., Кузнецова Н.В.</i> ВОПРОСЫ ИСТОРИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ И МОДЕРНИЗАЦИИ ДВОРЦА КУЛЬТУРЫ В ПРОВИНЦИАЛЬНОМ ГОРОДЕ НА ПРИМЕРЕ ДК «ЮБИЛЕЙНЫЙ» В г. ТАМБОВЕ.....	73
<i>Аль-Бухейти А.Я., Леденёв В.В., Савинов Я.В., Умнова О.В., Кейта Яя</i> АРХИТЕКТУРНЫЕ И КОНСТРУКТИВНЫЕ СИСТЕМЫ В ЙЕМЕНЕ.....	78
<i>Филимошкина К.В., Али Али, Горохов С.И.,</i> ТИПОЛОГИЯ ЖИЛЫХ ЗДАНИЙ В СИРИЙСКОЙ АРАБСКОЙ РЕСПУБЛИКЕ.....	86

<i>Жабина А.С., Леденёв В.И.</i> ОЦЕНКА ВОЗМОЖНОСТИ СОХРАНЕНИЯ ИСТОРИЧЕСКИ СЛОЖИВШЕЙСЯ ЗАСТРОЙКИ ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЧАСТИ ТАМБОВА В ПРОЦЕССЕ РЕНОВАЦИИ.....	91
СЕКЦИЯ 2. ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ.....	96
<i>Федосов С.В., Лазарев А.А., Маличенко В.Г., Торопова М.В.</i> МОНИТОРИНГ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ КАК СРЕДСТВО ДИСТАНЦИОННОГО КОНТРОЛЯ.....	96
<i>Федосов С.В., Маличенко В.Г., Торопова М.В., Лазарев А.А.</i> НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА И ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОГНЕЗАЩИТНОЙ ОБРАБОТКИ СТРОИТЕЛЬНЫХ ИЗДЕЛИЙ.....	100
<i>Строкин К.Б., Новиков Д.Г., Коновалова В.С. Нармания Б.Е.</i> ИЗМЕНЕНИЕ СТРУКТУРНО-ФАЗОВОГО СОСТАВА БЕТОНА ПОД ВОЗДЕЙСТВИЕМ МИКРООРГАНИЗМОВ.....	103
<i>Бакушев С.В.</i> АЛГОРИТМ РАСЧЁТА НАПРЯЖЁННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ УПРУГОЙ В ОТНОШЕНИИ ОБЪЁМНЫХ И НЕЛИНЕЙНОЙ В ОТНОШЕНИИ СДВИГОВЫХ ДЕФОРМАЦИЙ СПЛОШНОЙ СРЕДЫ ПРИ БИЛИНЕЙНОЙ АППРОКСИМАЦИИ ЗАМЫКАЮЩИХ УРАВНЕНИЙ (плоская деформация в декартовых координатах).....	106
<i>Монастырёв П.В., Езерский В.А., Никулин Э.А., Сафонова Т.А., Крюкова А.А.,</i> ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ФАКТОРОВ НА ИЗМЕНЕНИЕ ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПЕНОПОЛИСТИРОЛЬНЫХ ПЛИТ.....	112
<i>Антонов В.М., Аль-Накди И. А.</i> ВЛИЯНИЕ СМЕЩЕНИЯ АРМИРУЮЩЕГО ЭЛЕМЕНТА НА НЕСУЩЮЮ СПОСОБНОСТЬ ОСНОВАНИЯ ПРИ ВНЕЦЕНТРЕННОМ ПРИЛОЖЕНИИ НАГРУЗОК.....	117
<i>Лазарев С.И., Буланов В.Е., Ломакина О.В.</i> К ВОПРОСУ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ТОРООБРАЗНЫХ БАРОМЕМБРАННЫХ АППАРАТОВ...	123
<i>Горохов Т.И., Ерофеев А.В., Данилов В.М., Горохов С.И., Варфоломеев Ф.А.</i> АНАЛИЗ ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МЕТОДА ЭТАЛОННОГО ПУЧКА ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ТЕРМОФЛУКТУАЦИОННЫХ КОНСТАНТ.....	127
<i>Исаев Д.А., Дегтярев А.А., Здерева А.В., Ростова Д.П., Мигунова Д.А.</i> ВЛИЯНИЕ УГЛЕРОДНОГО НАНОМАТЕРИАЛА «ТАУНИТ» НА ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ГРУНТОВКИ ГФ-021.....	131
<i>Исаев Д.А., Дегтярев А.А., Здерева А.В., Ростова Д.П., Мигунова Д.А.</i> КОНФОРМАЦИОННЫЙ АНАЛИЗ ОЛИГОМЕРОВ ГЛИФТАЛЕВОЙ СМОЛЫ.....	133
<i>Гриднев А.В., Ерофеев А.В., Севостьянов А.В.</i> ЗАВИСИМОСТЬ ИЗМЕНЕНИЯ ТРЕБУЕМОЙ МОЩНОСТИ СИСТЕМЫ ОТОПЛЕНИЯ ОТ ИЗМЕНЕНИЯ КОЭФФИЦИЕНТА ТЕПЛОПРОВОДНОСТИ РАЗЛИЧНЫХ ВИДОВ УТЕПЛИТЕЛЕЙ.....	135
<i>Маркин И.А., Евдокимцев О.В., Монастырёв П.В.</i> ПРОБЛЕМЫ И НАПРАВЛЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ СОВМЕСТНОЙ РАБОТЫ КАРКАСНЫХ ЗДАНИЙ НА ОТДЕЛЬНО СТОЯЩИХ ФУНДАМЕНТАХ С ГРУНТОВЫМ ОСНОВАНИЕМ.....	138
<i>Потапова А.А., Кожухина О.Н.</i> ЭВОЛЮЦИЯ НОРМ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЗДАНИЙ ГОСТИНИЦ В РОССИИ.....	145

<i>Альджабуби Д.З., Крюкова А.А., Ярцев В.П.</i> КОНЕЧНО-ЭЛЕМЕНТНЫЙ АНАЛИЗ БЕТОННЫХ БАЛОК С МЕТАЛЛИЧЕСКОЙ И СТЕКЛОПЛАСТИКОВОЙ АРМАТУРОЙ.....	147
<i>Ярцев В.П., Кузнецов В.А.</i> ВЛИЯНИЕ КАЧЕСТВА СОЕДИНЕНИЯ СТЕНОВЫХ ПАНЕЛЕЙ НА ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ СООРУЖЕНИЯ.....	152
<i>Мамонтов С.А., Мамонтов А.А.</i> ОЦЕНКА ТЕРМОСТАРЕНИЯ ДРЕВЕСНОВОЛОКНИСТЫХ ПЛИТ МЕТОДОМ ИК-СПЕКТРОСКОПИИ.....	155
<i>Майникова Н.Ф., Гришин А.В., Горбунова А.Ю., Овсянников О.А., Овсянникова В.А.</i> ИЗМЕРИТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ ДВУХСЛОЙНЫХ ИЗДЕЛИЙ.....	159
<i>Матрохин М.А., Крылов А.В., Храпцов В.В., Немтинов В.А., Борисенко А.Б.</i> КОНСТРУКТОРСКИЕ РЕШЕНИЯ ПРИ УСОВЕРШЕНСТВОВАНИИ ОБОРУДОВАНИЯ ГАЛЬВАНИЧЕСКИХ СИСТЕМ.....	162
<i>Матвеева И.В., Ионов М.С.</i> МЕТОДЫ БОРЬБЫ С ПУЧИНООБРАЗОВАНИЕМ ПУТЕМ УСТРОЙСТВА ТЕПЛОИЗОЛИРУЮЩИХ СЛОЕВ В КОНСТРУКЦИИ АВТОМОБИЛЬНОЙ ДОРОГИ.....	166
<i>Андреанов К.А., Чиркина Е.А.</i> ВЫБОР МЕТОДА РЕГЕНЕРАЦИИ КОНСТРУКЦИИ ДОРОЖНОЙ ОДЕЖДЫ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ.....	169
<i>Матвеева И.В., Воротилина А.В.</i> ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТЕРРИТОРИЙ МАССОВОЙ ЖИЛОЙ ЗАСТРОЙКИ В КРУПНЫХ ГОРОДАХ.....	172
<i>Кожухина О.Н., Гусев И.Н., Бетин Г.В.</i> ПРОБЛЕМЫ БОРЬБЫ С НАЛЕДЯМИ НА СКАТНЫХ КРЫШАХ В УСЛОВИЯХ УМЕРЕННОГО КЛИМАТА.....	176
Толстой А.В. ЭКСПЛУАТАЦИЯ КОНСТРУКЦИЙ С КОРРОЗИОННЫМИ ПОВРЕЖДЕНИЯМИ.....	179
<i>Селезнев А.Д., Кузнецова Н.В., Ширяева Н.В.</i> ИССЛЕДОВАНИЯ ВОДОЦЕМЕНТНОГО ОТНОШЕНИЯ РАЗЛИЧНЫХ КОМПОНЕНТНЫХ СОСТАВОВ ЦЕМЕНТНОГО КОМПОЗИЦИОННОГО МАТЕРИАЛА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ОТХОДОВ ПРОИЗВОДСТВА ЦСП.....	180
<i>Галкин П.А., Абрамов М.С., Ломакина О.В.</i> ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЕПЛООБМЕННЫХ АППАРАТОВ В ПРОЦЕССЕ ЭКСТРАКЦИИ ЖИДКОЙ ДВУОКИСЬЮ УГЛЕРОДА БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ ИЗ РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ.....	183
<i>Аль Шеклей Омар Али Камиль</i> ПРИРОДНО-КЛИМАТИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ЭКСПЛУАТАЦИИ ЗДАНИЙ В ИРАКЕ.....	185
<i>Полякова А.В., Маркин И.А.</i> СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ МОДЕЛЕЙ ДОМОВ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ РЕШЕНИЯ ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ КРОВЛИ.....	191
<i>Головкин А.В., Леденев В.И., Островская А.А.</i> ОЦЕНКА ТОЧНОСТИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ АКУСТИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ПОМЕЩЕНИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДА ОДНОРОДНЫХ МАРКОВСКИХ ЦЕПЕЙ.....	195

Жмак Д.А., Умнова О.В. ПИЛОТНЫЕ ПРОЕКТЫ МОДЕРНИЗАЦИИ ДОМОВ МАССОВЫХ СЕРИЙ.....	197
Шведова М.А. ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ СТРУКТУРООБРАЗОВАНИЯ И ГИДРАТАЦИИ ЦЕМЕНТНЫХ СИСТЕМ ТВЕРДЕНИЯ ПРИ НАНО- И МИКРОМОДИФИЦИРОВАНИИ ХИМИЧЕСКИМИ ДОБАВКАМИ НА ОСНОВЕ SiO ₂	200
Худяков А.В., Тафинцева О.Ю. ПРИЧИНЫ ПРОГРЕССИРУЮЩЕГО РАЗРУШЕНИЯ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ.....	203
Бондарев Б.А., Корочкин А.В., Коста А.А., Корнеева А.О. МЕТОДЫ КАПИТАЛЬНОГО РЕМОНТА И РЕКОНСТРУКЦИИ ДОРОЖНЫХ ОДЕЖД С ЦЕМЕНТОБЕТОННЫМИ ПОКРЫТИЯМИ.....	206
Загородников М.А., Давыдова Д.В., Васильев С.А. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ LTE СИГНАЛОВ ОПЕРАТОРОВ СОТОВОЙ СВЯЗИ ДЛЯ ОРГАНИЗАЦИИ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫХ РЕСУРСОВ.....	208
Зверев М.В., Манухин С.Н., Альвардат М.Я., Венцеров А.В., Мисюра В.А. АНАЛИЗ И ОБРАБОТКА СИГНАЛА С ЛИНЕЙНОЙ ГИПЕРСПЕКТРАЛЬНОЙ КАМЕРЫ.....	210
Малютин В.А., Малютин И.А., Киселева О.А. ВЕТРОЭНЕРГЕТИКА В США. ПЛЮСЫ И МИНУСЫ ЭТОГО НАПРАВЛЕНИЯ ЭНЕРГЕТИКИ.....	214
Глазков Ю.Е., Шихорин С.Ю. РАЗВИТИЕ КОНСТРУКЦИЙ АВТОПОЕЗДОВ ДЛЯ МЕЖДУГОРОДНЫХ И МЕЖДУНАРОДНЫХ ПЕРЕВОЗОК ГРУЗОВ.....	217
Глазков Ю.Е., Доровских А.В. АНАЛИЗ ФАКТОРОВ ВЛИЯЮЩИХ НА ПОВЫШЕНИЕ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ.....	221
Доровских Д.В., Лавренченко А.А., Милованов А.В. ДИАГНОСТИРОВАНИЕ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ ДВИГАТЕЛЯ ПРИ ПОМОЩИ АЛГОРИТМОВ ОБРАТНЫХ СВЯЗЕЙ.....	225
Доровских Д.В., Лавренченко А.А., Милованов А.В. РАЗРАБОТКА МУЛЬТИАГЕНТНОЙ СИСТЕМЫ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ И РЕМОНТА ПОДВИЖНОГО СОСТАВА АВТОМОБИЛЬНОГО ТРАНСПОРТА.....	230
Доровских Д.В., Лавренченко А.А., Милованов А.В., Зорин А.С. ФОРМИРОВАНИЕ НАПРАВЛЕНИЙ РАЗВИТИЯ ПРЕДПРИЯТИЙ АВТОМОБИЛЬНОГО ТРАНСПОРТА.....	234
Лавренченко А.А., Глазков Ю.Е., Новичков А.А., Привалов А.А. РАЗРАБОТКА ПРОГРАММЫ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРОЦЕССОВ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ И РЕМОНТА АВТОМОБИЛЕЙ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ АВТОМОБИЛЬНОГО ТРАНСПОРТА.....	238
Лавренченко А.А., Милованов А.В., Новичков А.А., Привалов А.А. ОБОСНОВАНИЕ КОЭФФИЦИЕНТА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПРЕДОСТАВЛЕННЫХ УСЛУГ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА ТО И РЕМОНТА НА ПРЕДПРИЯТИЯХ АВТОМОБИЛЬНОГО ТРАНСПОРТА.....	241
Лавренченко А.А., Милованов А.В., Зорин А.С. ВЛИЯНИЕ ЗАГРЯЗНЕНИЙ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ФОРСУНОК НА ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ БЕНЗИНОВОГО ДВИГАТЕЛЯ.....	245

Милованов А.В., Доровских Д.В., Шушпанников М.А., Ушаков И.С. АНАЛИЗ СУЩЕСТВУЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ СИСТЕМ ПОДВЕСКИ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ.....	252
Милованов А.В., Доровских Д.В., Попов М.А., Попов Н.А. АНАЛИЗ ПОЛОЖЕНИЯ ПРИВЕДЕНИЯ МАСС ДИНАМИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ ДВС.....	256
Широков А.В., Хольшев Н.В., Привалов А.А. СПОСОБЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ УСТОЙЧИВОСТИ ДВИЖЕНИЯ АВТОМОБИЛЯ.....	259
Широков А.В., Хольшев Н.В., Привалов А.А. ВЛИЯНИЕ КОНСТРУКТИВНЫХ И ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ПАРАМЕТРОВ ТРАНСМИССИИ И ПОДВЕСКИ АВТОМОБИЛЯ НА ЕГО УСТОЙЧИВОСТЬ ПРИ ДВИЖЕНИИ.....	262
Кульнев А.Д. ТРАНСПОРТНЫЕ СРЕДСТВА, ПРЕДНАЗНАЧЕННЫЕ ДЛЯ ПЕРЕВОЗКИ ТЯЖЕЛОВЕСТНЫХ ГРУЗОВ.....	266
Севостьянов М.А. ВЛИЯНИЕ ПАРАМЕТРОВ УЛИЧНО-ДОРОЖНОЙ СЕТИ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ ОРГАНИЗАЦИИ ПАССАЖИРСКИХ ПЕРЕВОЗОК В ГОРОДЕ.....	268
Сивальнев Д.В., Привалов А.А. ИССЛЕДОВАНИЕ РЕОЛОГИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ ЗАГРЯЗНЕННЫХ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ.....	271
Сивальнев Д.В., Привалов А.А. ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОВ И СПОСОБОВ ОЧИСТКИ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ И ВЫБОР ПРИЕМЛЕМОГО СПОСОБА.....	273
СЕКЦИЯ 3. СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ НАУКИ.....	278
Анашкин А.В., Альшинайин Х.Д.Д. ОСОБЕННОСТИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ОПЕРАЦИЙ ОЧИСТКИ ЗЕРНА И СЕМЯН	278
Капустин В.П., Брусенков А.В. ФАКТОРЫ, ОБУСЛАВЛИВАЮЩИЕ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРОЦЕССОВ УБОРКИ, ТРАНСПОРТИРОВКИ И ПРИГОТОВЛЕНИЯ КОРНЕПЛОДОВ.....	281
Брусенков А.В., Иванов А.С. МЕТОДОЛОГИЯ ТЕОРЕТИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ ПРОЦЕССА ПОДГОТОВКИ КОРНЕПЛОДОВ К СКАРМЛИВАНИЮ.....	283
Иванов А.С., Татаринцев Н.Ю. ОБОСНОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ЛИНИИ ТРАНСПОРТИРОВКИ И ПРИГОТОВЛЕНИЯ КОРНЕПЛОДОВ.....	286
Жиркова А.А., Балабанов П.В., Дивин А.Г. АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА ГИПЕРСПЕКТРАЛЬНОГО КОНТРОЛЯ ДЕФЕКТОВ ЯБЛОК	291
Беляев А.А. АНАЛИЗ ОЦЕНОЧНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ОБСЛУЖИВАНИЯ МАШИН В АГРОПРОМЫШЛЕННОМ КОМПЛЕКСЕ.....	296
Беляев А.А. АНАЛИЗ ТЕХНИЧЕСКОГО СЕРВИСА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ.....	298

<i>Кажияхметова А.А., Ведищев С.М., Бралиев, М.К., Иванов А.С.</i> СМЕСИТЕЛЬ СУХИХ РАССЫПНЫХ КОРМОСМЕСЕЙ С АКТИВНЫМ КАНАЛОМ ОБРАТНОГО ХОДА.....	301
<i>Ведищев С.М., Завражнов А.И., Брусенков А.В., Прохоров А.В., Сиднев А.А.</i> ИССЛЕДОВАНИЕ УСИЛИЙ РЕЗАНИЯ КОРНЕКЛУБНЕПЛОДОВ.....	303
<i>Кажияхметова А.А., Ведищев С.М., Бралиев М.К., Павлов А.Г., Рыбин Г.В.</i> ДОЗАТОР-СМЕСИТЕЛЬ СУХИХ РАССЫПНЫХ КОРМОСМЕСЕЙ.....	307
<i>Колесников Д.Л.</i> АНАЛИЗ СПОСОБОВ ХРАНЕНИЯ И ВЫГРУЗКИ ТРУДНОСЫПУЧИХ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ МАТЕРИАЛОВ.....	311
<i>Колесников Д.Л.</i> АНАЛИЗ ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ ДЛЯ ВЫГРУЗКИ ТРУДНОСЫПУЧИХ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ МАТЕРИАЛОВ.....	314
<i>Колесников Д.Л.</i> БУНКЕРНОЕ УСТРОЙСТВО СО СВОДРАЗРУШАЮЩИМ ЗАТВОРОМ.....	317
<i>Першин В.Р.</i> АНАЛИЗ СРЕДСТВ МЕХАНИЗАЦИИ ПРОЦЕССА ВЫПОЙКИ ТЕЛЯТ.....	318
<i>Першин В.Р.</i> АНАЛИЗ СРЕДСТВ МЕХАНИЗАЦИИ ПРОЦЕССА КОРМЛЕНИЯ ТЕЛЯТ КОНЦЕНТРИРОВАННЫМИ КОРМАМИ.....	320
<i>Сазонов С.Н.</i> ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ОСНОВА МЕЖФЕРМЕРСКОЙ КООПЕРАЦИИ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ.....	324
<i>Павлов А.Г., Ильина И.Е., Глазков А.Ю., Прохорова В.О., Ноздрина А.О.</i> ПАРАМЕТРЫ ВИБРАЦИЙ, ВЛИЯЮЩИЕ НА ИСТЕЧЕНИЕ СЫПУЧИХ МАТЕРИАЛОВ.....	326
<i>Глазков А.Ю., Прохоров А.В., Шемонаев И.А., Першин В. Р.</i> АНАЛИЗ ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ ИЗМЕЛЬЧЕНИЯ КОРМОВЫХ КОМПОНЕНТОВ.....	330
<i>Зорина О.А., Зорин А.С.</i> АНАЛИЗ СУЩЕСТВУЮЩИХ СПОСОБОВ СУШКИ РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ.....	333
<i>Сивальнев Д.В., Привалов А.А.</i> ИССЛЕДОВАНИЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ, ПРИМЕНЯЕМЫХ В АГРОПРОМЫШЛЕННОМ КОМПЛЕКСЕ.....	336
СЕКЦИЯ 4. ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ.....	340
<i>Ахмед Исраа Шихаб, Кириченко Е. А.</i> РОЛЬ И ЗНАЧЕНИЕ ФИНАНСОВОГО ПЛАНИРОВАНИЯ В ЭФФЕКТИВНОМ УПРАВЛЕНИИ ПРЕДПРИЯТИЕМ.....	340
<i>Гавриков В.А.</i> К ВОПРОСУ АКТУАЛЬНОСТИ ПОДГОТОВКИ КАДРОВ В СФЕРЕ ЛОГИСТИЧЕСКИХ УСЛУГ НА ПРИМЕРЕ ТАМБОВСКОЙ ОБЛАСТИ.....	342
<i>Сазонов С.Н.</i> ОСОБЕННОСТИ ЭКОНОМИЧЕСКОГО ПОВЕДЕНИЯ СЕЛЬСКИХ СЕМЕЙНЫХ ХОЗЯЙСТВ.....	344
СЕКЦИЯ 5. ЮРИДИЧЕСКИЕ НАУКИ.....	349
<i>Куницын И.С.</i> ПРОБЛЕМЫ ОРГАНИЗАЦИИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ СУДОВ ОБЩЕЙ ЮРИСДИКЦИИ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ПРАВОСУДИЯ ПО УГОЛОВНЫМ ДЕЛАМ.....	349
СЕКЦИЯ 6. ИНЖЕНЕРНАЯ ПЕДАГОГИКА.....	351
<i>Струлев С.А.</i> ВНЕДРЕНИЕ СОВРЕМЕННЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ПРОЦЕСС ПРЕПОДАВАНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ «ИНЖЕНЕРНАЯ ГЕОЛОГИЯ».....	351

**О ПРОБЛЕМЕ РАЗВИТИЯ, ЭВОЛЮЦИИ «ЦИФРОВОГО ПОДХОДА» В
МАТЕРИАЛОВЕДЕНИИ И ТЕХНОЛОГИИ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОМПОЗИТОВ
(по материалам пленарного доклада на конференции)**

Чернышов Е. М.

*ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет», проф.,
руководитель Высшей школы строительного материаловедения
e-mail: chem@vgasu.vrn.ru*

Макеев А. И.

*ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет», доцент кафедры
технологии строительных материалов, изделий и конструкций
e-mail: makeev@vgasu.vrn.ru*

В статье дается оценка современного состояния строительной науки в области материаловедения и технологии строительных композитов, в частности бетонов, с позиции цифровизации и информационного моделирования. Сделана попытка актуально осознать самим и донести до научного сообщества авторское понимание ключевых этапов: ретроспекции накопления научного знания в материаловедении и технологии строительных композитов (бетонов); состояния базового научного знания в его современных критериальных оценках; проблем теории и прикладных задач конструирования и синтеза оптимальных структур конгломератных композитов (бетонов) для строительных конструкций; направлений развития системного структурного бетоноведения и управляемых технологий в рамках развивающихся концепций и методологии «цифрового подхода».

Ключевые слова: цифровой подход, строительное материаловедение, композиты, бетоны.

Основные разделы публикации

1. О мотивах постановки, значении и актуальности публикации по проблеме
2. О ключевых словах, терминах, определениях, связанных с цифровизацией в строительном материаловедении и технологии.
3. Количественное описание явлений и процессов (цифровизация) – перманентная задача науки и практики в строительном материаловедении и технологии.
4. О соотношении категорий «материаловедение» и «технология» в методологии «цифрового подхода».
5. Этапы развития количественного подхода и становление методологии цифровизации (информационного моделирования).
6. Формирование базового научного знания в современном материаловедении и технологии строительных композитов.
7. Концепции конструирования и синтеза структур бетонов с задаваемыми свойствами.
8. Задачи развития теории и практики строительного материаловедения и технологии в контексте проблем информационного моделирования (цифровизации) бетона

РАЗДЕЛ 1. О мотивах постановки, значении и актуальности публикации

Подчёркивая актуальность, важность и значение пленарного доклада, касающегося оценки современного состояния строительной науки в области материаловедения и технологии строительных композитов, с учётом необходимости ретроспективного анализа, осмысления пройденного пути и полученного опыта, а также прогнозирования и программирования её перспективного развития, понимая место и значение системных научных обобщений для «прошлого» и научных прорывных достижений для «будущего», авторы предложили соответствующую его программу.

В пленарном докладе представлено рассмотрение проблемы развития, эволюции «цифрового подхода» в материаловедении и технологии строительных композитов. Она требует комплексного, системного, глубоко интеллектуального осмысления, объективного критического анализа, определения выводов для действий «сегодня» и «завтра».

В контексте цифрового развития строительной науки [1], неотъемлемой составляющей которой являются материаловедение и технология строительных композитов, актуально осознать самим и донести до научного сообщества авторское понимание:

- **ретроспекции накопления научного знания** в материаловедении и технологии строительных композитов (бетонов);
- **состояния базового научного знания** в его современных критериальных оценках;
- **проблем теории и прикладных задач конструирования и синтеза оптимальных структур** конгломератных композитов (бетонов) для строительных конструкций;
- **направлений развития** системного структурного бетоноведения и управляемых технологий в рамках развивающихся концепций и методологии «цифрового подхода».

РАЗДЕЛ 1. О мотивах постановки, значении и актуальности публикации по проблеме (продолжение)

Логика размышлений по проблеме

«НАЧАЛА» —

«СОСТОЯНИЕ» —

«ТЕНДЕНЦИИ» —

«ПРОГНОЗЫ» —

«РЕШЕНИЯ»

«НАЧАЛА» и актуальность проблемы предопределяются общесистемной задачей создания методологии и комплексной системы управления качеством в технологии и технике на основе **количественного описания явлений превращений вещества и энергии при рассмотрении и раскрытии фундаментальной механо-физико-химической сущности процедур получения промышленной продукции.**

Середина XX века и последующие 60-80-е годы характеризовались активным развитием теории и практики управления качеством продукции. В основу теории и практики управления качеством закладывались принципы системного подхода, положения кибернетики и т. п. [2-12]

РАЗДЕЛ 2. О ключевых словах, терминах, определениях, связанных с цифровизацией в строительном материаловедении и технологии

Ключевые слова эпохи информационных технологий (XX в)	Ключевые слова эпохи цифровых технологий (XXI в)
Кибернетика	Цифра
Информатика	Цифровизация
Информатизация	Цифровая концепция
Вероятностно-статистическое моделирование	Цифровая методология
Аналоговое моделирование	Цифровое мировоззрение
Математическое моделирование	Цифровое мышление
Имитационное моделирование	Цифровая технология
Алгоритмизация	Цифровая экономика
Оптимизация	Цифровое развитие
Численные методы	Цифровая цивилизация
САПР, САР, АСУТП	Цифровой мир
Компьютерные технологии	Цифровые интеллектуальные системы
Автоматизация	Роботизированные комплексы
Роботизация	
Цифровая технология передачи информации	
Интернет	

РАЗДЕЛ 2. ПРОДОЛЖЕНИЕ 1. ПОНЯТИЙНОЕ ТОЛКОВАНИЕ КЛЮЧЕВЫХ СЛОВ, ТЕРМИНОВ, ОПРЕДЕЛЕНИЙ

Цифра (от араб *ṣifr* - «пустой, нуль») — система знаков для записи конкретных значений чисел при количественной оценке чего-либо.

Цифровизация - процесс перехода на цифровой способ связи, записи и передачи данных с помощью соответствующих устройств.

Цифровая концепция – система взглядов; основная мысль о чем-либо, основанная на идеях и принципах перехода на цифровой способ связи, записи и передачи данных с помощью соответствующих устройств.

Цифровая методология - учение об организации видов деятельности человека, а именно - научной, практической, учебной, художественной и т.п., опирающейся на цифровую концепцию и цифровое мышление.

Цифровое мировоззрение - система взглядов, оценок и образных представлений о мире и месте в нём человека, определяющая отношение человека к окружающей действительности и самому себе в ней; обусловленные этими взглядами и оценками основные жизненные позиции, убеждения, идеалы, принципы познания и деятельности, ценностные ориентации; осмысленный и целенаправленно организованный характер деятельности в рамках цифровой концепции.

Цифровое мышление – интеллектуальное отражение объективной действительности в суждениях, понятиях цифровой концепции.

РАЗДЕЛ 2. ПРОДОЛЖЕНИЕ 2. ПОНЯТИЙНОЕ ТОЛКОВАНИЕ КЛЮЧЕВЫХ СЛОВ, ТЕРМИНОВ, ОПРЕДЕЛЕНИЙ

Цифровая технология (англ. **Digital technology**, на сегодня - размытое понятие) - совокупность методов и инструментов для достижения желаемого результата посредством перехода (на основе применения современного научного знания) из некоего начального состояния в заданное конечное состояние с обеспечением оптимального, эффективного решения.

Цифровая экономика (на сегодня - размытое понятие) – экономическая деятельность, основанная на новых методах генерирования, обработки, хранения, передачи данных, а также на цифровых компьютерных технологиях.

Цифровая цивилизация – новая ступень общественного развития и материальной культуры, характерная для эволюции современной научно-технологической и общественно-политической формации на принципах цифровой экономики и цифровых технологий (феномен цифровой цивилизации рождается на наших глазах).

Цифровой мир – мир цифровой цивилизации, рождающейся на наших глазах и определяющей эволюции современной научно-технологической и общественно-политической формации на принципах цифровой экономики и цифровых технологий.

Цифровое развитие (на сегодня - размытое понятие) – процесс формирования основ, принципов, средств функционирования цифровой экономики, цифровых технологий в рамках становления цифровой цивилизации и цифрового мира; цифровое развитие касается и затрагивает деятельность индивидуума, общества в сферах личностных отношений, общественных отношений, международных отношений в науке и технике, образовании, безопасности, бизнесе и т.п.

Феномен цифровой цивилизации родился и развивается на наших глазах!

РАЗДЕЛ 3. Количественное описание явлений и процессов (цифровизация) – перманентная задача науки и практики в строительном материаловедении и технологии

Перманентная задача материаловедения и технологии — разработка теории конструирования и синтеза структур композитов (бетонов) на основе количественного описания процессов, явлений получения структур, причинно-следственных отношений свойств со структурой (Формула «4С»)

Решение данной задачи осуществляется в логически детерминированной связи «технология» — «материал» — «конструкция» — «среда» с их факторами влияния.

Число **факторов** влияния **«технологии»** бетонов (рецептурно-технологических факторов РТФ) достигает **45...50**.

Число **факторов** влияния **«материала»** как структурированной системы, работающей в строительной конструкции, превышает **50**.

Число **факторов** влияния **«конструкции»** как структурированного геометрического тела достигает **20...25**.

Число **факторов** влияния **«среды»** эксплуатации конструкции и материала в ней может превышать **несколько десятков** (для возможных вариантов работы в напряжённо-деформированной строительной конструкции).

Общее число факторов влияния, требующих учёта в постановке и решении оптимизационных задач конструирования и синтеза структур бетонов, превышает **150**.

Таким образом, идентификация, формализация, моделирование, оптимизация решений в современном материаловедении и технологии бетонов оказывается системно-сложной цифровой процедурой.

К разделу 3. Система «технология – материал – конструкция – среда»

1. **Характеристика системы** «технология – материал – конструкция – среда» и её содержательные проблемы

2. **Факторное пространство системы:** факторы технологии – факторы материала – факторы конструкции – факторы среды

3. **Напряженно-деформированное состояние** конструкции как функция процессов изменения состояния материала при воздействии параметров эксплуатационной среды

4. **Закономерности формирования полей деформаций и напряжений** в конструкциях при взаимодействии материала с факторами эксплуатационной среды

5. **Условия обеспечения работоспособности конструкций** при изменении состояния материала в результате воздействия факторов эксплуатационной среды

РАЗДЕЛ 4. О соотношении категорий «материаловедение» и «технология» в методологии «цифрового подхода»

Материаловедение – область научного знания, изучающая закономерные причинно-следственные отношения свойств материалов с их строением и структурой, призванная решать задачи получения материалов с новыми свойствами, опираясь на фундаментальные естественно-научные положения химии, физики и механики проявления свойств материалов как функции их структуры. Материаловедение – междисциплинарный раздел науки, который занимается изучением свойств материалов как в твёрдом, так и в жидком состоянии в зависимости от различных факторов, использует систему методов, позволяющих исследовать структуру, строение материалов, обеспечивает получение необходимой детальной количественной (цифровой) информации о характеристиках, свойствах и строении материалов.

Технология — совокупность принципов, методов и инструментов для достижения желаемого результата в самом широком смысле на основе применения научного знания. В технологии как общезначимой, интегральной категории рассматриваются, изучаются и количественно оцениваются потоки вещества, энергии, информации.

Строительная технология включает в себя способы работы, их режимы, последовательности действий, связанных с явлениями, процессами, преобразованиями вещества и энергии, подлежащих цифровизации, то есть идентификации, формализации, моделирования и оптимизации решений.

Материаловедение и технология, с одной стороны, самодостаточные, а с другой стороны, соотносимые и взаимосвязанные области научно-прикладного знания.

РАЗДЕЛ 5. Этапы развития количественного подхода и становление методологии и теории цифровизации

1 этап — формирование начал, возникновение и развитие науки о процессах и аппаратах инженерных технологий как области научного и прикладного знания (**середина XIX — вторая половина XIX в.**)

2 этап — формирование методологии системного анализа, кибернетического подхода, развитие вероятностно-статистических методов в эксперименте, получение полиномиальных моделей, решение оптимизационных задач (**конец XIX — вторая половина XX в.**)

3 этап - развитие системно-структурного материаловедения, теории структуры, качественной и количественной идентификации структуры и механики свойств строительных композитов (**вторая половина XX в.**)

4 этап — развитие компьютерного материаловедения композитов (**конец XX в.**)

5 этап — разработка и формирование теории конструирования и синтеза структур конгломератных строительных композитов (**конец XIX в., XX в., начало XXI в.**)

6 этап — становление методологии, развитие теории конструирования и синтеза оптимальных структур конгломератных строительных композитов в рамках концепций базового научного знания, информационного моделирования и цифровизации (**конец XX — начало XXI в.**)

Ретроспекция имен, творческих коллективов, школ, фундаментальных научных трудов [1-41]

К РАЗДЕЛУ 5. Характеристика этапа II

Этап II — формирование системного анализа, кибернетического подхода, развитие вероятностно-статистических методов в эксперименте, получение полиномиальных моделей, решение оптимизационных задач (**конец XIX — вторая половина XX в.**)

Возникновение общей теории систем. Формирование методологии и методов исследования объектов техники и технологии как сложных систем. Становление фундаментальных принципов и методов системного анализа технических объектов. Появление кибернетики как следствия развития науки в конце XIX века по проблемам теории систем (Н.А. Белов, А.А. Богданов, Т. Котарбинский, М. Петрович, А. Эспинас и др.). Развитие к середине XX века методологии системного подхода; последующая разработка вероятностно-статистических методов планирования и постановки экспериментальных исследований с получением полиномиальных моделей. Решение оптимизационных однофакторных и многофакторных рецептурно-технологических задач в строительном материаловедении и технологии. Развитие теоретических, методологических и экспериментальных исследований Ю.П. Адлера, В.А. Вознесенского, учеников их школ, В.В. Кафарова, С.Л. Ахназаровой и др. Широкое применение методов планирования эксперимента (Кифера-Джонсона, «крутого восхождения», симплексного и др.) для получения диаграмм «состав-свойства»; формирование методологии изопараметрического анализа и выявление закономерных связей в системе «рецептурно-технологические факторы» - «состав, структура, состояние, свойства» строительных материалов. Окончательное становление методологии системно-структурного подхода [17-25].

К РАЗДЕЛУ 5. Характеристика этапа III

Этап III - развитие системно-структурного материаловедения, теории структуры, качественной и количественной идентификации структуры, развитие механики свойств композитов (**вторая половина XX в.**)

С середины XX века по настоящее время - развитие научных основ системно-структурного материаловедения и, соответственно, положений теории структуры, теории и практики качественной и количественной идентификации конструкции структур и совокупности свойств. Проведение исследований технологии строительных композитов с позиций химической кинетики гетерогенных процессов, учета тепломассопереносных явлений. Формирование теории механики проявления конструкционных и функциональных свойств композитов. В целом, формирование базового научного знания, создающего платформу для разработки прорывных инновационных решений в материаловедении и в высоких технологиях бетонов с новым уровнем качества.

Методологически и сущностно постановка и развитие исследований опирается на принципы количественного подхода, на активное использование достижений фундаментальных наук, количественных физических методов экспериментальной оценки характеристик состава и параметров структуры, комплексов конструкционных и функциональных свойств материалов.

В результате сложился значительный массив достоверных данных о причинно-следственных отношениях в системе «состав, структура, состояние» - «свойства» материалов как на момент их получения, так и «развернутых во времени», то есть в условиях длительного воздействия эксплуатационных факторов. Полученный объем достоверных данных позволил ставить вопросы о создании современной информационной модели бетона для решения оптимизационных задач конструирования и синтеза его структуры.

К РАЗДЕЛУ 5. Характеристика этапа IV

Этап IV — развитие компьютерного материаловедения композитов (**конец XX в.**)

Этап IV, соотносимый по времени с этапом III, когда проходило накопление базовых научных данных, развивался начиная с конца XX века и протекает до настоящего времени. Этап характерен математизацией и компьютеризацией исследований и разработок, нацеленных на получение формализаций и моделей, необходимых для решения оптимизационных задач в сложнейшей области, каковой является строительное материаловедение и технологии. В этот период, при многофакторности, многопараметричности, многокритериальности возникавших вопросов материаловедения и технологии, продолжилось активное использование вероятностно-статистических методов планирования и постановки оптимизационных экспериментальных исследований. Параллельно с применявшимися методиками, в «повестке дня» обозначился метод нейрокомпьютинга, обеспечивший создание систем и алгоритмов обработки информации, способной автономно генерировать адаптивные ответы типа «причина - следствие» для конкретной информационной среды. Нейрокомпьютинг рассматривался как перспективная альтернатива программируемым вычислениям благодаря его способности «учиться» обрабатывать информацию, действуя в информационной среде. Появились примеры применения нейрокомпьютинга в строительном материаловедении [26, 27].

В этот же период обозначилась инициатива считать процедуры формализации и моделирования в материаловедении и технологии относящимися к «компьютерному материаловедению» (В.И. Кондращенко [28], Ю.М. Баженов, В.А. Воробьев [29] и др.). В такой трактовке термин «компьютерное материаловедение» воспринимался недостаточно строгим и относительно «размытым» в экспериментах и обобщениях.

К РАЗДЕЛУ 5. Характеристика этапа V

Этап V — формирование начал теории конструирования и синтеза структур конгломератных строительных композитов (конец XX — начало XXI в.)

Данный этап предполагал рассмотрение концепций проблемы как 1) включающей теоретическую составляющую виртуальных процедур конструирования структур и 2) физическую сущностную составляющую их синтеза в виде реальной химико-технологической процедуры [30, 31]. В такой постановке проблемы на первый план разработок выдвинулись вопросы качественной и количественной идентификации композитов как структурированных систем, обладающих, с точки зрения инженерной строительной практики, определенным конструкционным и функциональным потенциалом. С учетом этого в исследованиях получили развитие основы и обобщения закономерностей механики проявления свойств композитов [32-34]. Этот, объёмный по содержанию раздел системно-структурного материаловедения, потребовал постановки и осуществления специальных исследований с получением информационных моделей, отражающих причинно-следственные отношения согласно формулы «4С» (см. раздел 7).

Целью и центром данного этапа явились разработки процедур, касающихся собственно алгоритмов получения моделей конструкции оптимальной структуры строительного композита.

Исследования и разработки по этапу V следует считать наиболее актуальными в современном системно-структурном материаловедении строительных композитов. Соответствующие фактологические исследования сегодня масштабно осуществляются ведущими отечественными научными школами и зарубежными специалистами [32, 35-39]. Формируется понимание того, что результаты таких исследований необходимы для создания современной научной базы данных для цифровизации.

К РАЗДЕЛУ 5. Характеристика этапа VI

Этап VI — дальнейшее развитие и становление методологии и теории конструирования и синтеза оптимальных структур конгломератных строительных композитов в рамках концепции количественного подхода (конец XX — начало XXI в.)

Содержательно этап 6 связывается с движением и приближением к цели цифровизации в строительном материаловедении и технологии конгломератных строительных композитов. Данная цель трактуется как создание **современной информационной модели бетона** (цифрового двойника). Для достижения поставленной цели определена совокупность задач, подлежащих обоснованной постановке, аналитическому рассмотрению и инженерному решению. В составе этих задач принимается, во-первых, **формирование базового научного знания**, а, во-вторых, **формирование базы данных** для информационной модели бетона.

Этап формализации и моделирования в контексте цифрового развития материаловедения и технологии строительных композитов требует и должен включать рассмотрение двух систем моделей, образующих необходимую базу знаний для оптимизации структур.

Первая система моделей - вида «рецептурно-технологические факторы» – «состав, структура, состояние композита в момент времени τ_0 » «РТФ» - «4С».

Вторая система моделей - вида «состав, структура, состояние композита в момент времени τ_0 » - «механика проявления свойств композита при длительном τ_1 воздействии факторов среды» « $R(R_0; P_{ф.ср.}; \tau)$ » - «4С».

Как база знаний вторая система моделей обеспечивает переход к рассмотрению виртуальных процедур конструирования структур, а первая — к решению задач их физического синтеза.

К РАЗДЕЛУ 5. Характеристика этапа VI. Продолжение

Итогом цифровизации в материаловедении и технологии бетонов видится компьютерная программа, реализующая виртуальные процедуры конструирования оптимальной структуры с учётом влияния совокупности факторов всего «факторного пространства» в системе «технология — материал — конструкция — здание, сооружение — эксплуатационная среда».

Соответственно задаваемому уровню качества и в соответствии с предлагаемым алгоритмом выдаётся предписание по процедурам физического получения оптимальной конструкции структуры. Процедуры реализуются в автоматизированном и роботизированном технологическом комплексе. Информационная (цифровая) модель может быть «встроена» в общую BIM-технологии возведения здания и сооружения.

Принципиальным моментом целостной разработки оказываются вопросы методов и методик моделирования. Предположительно можно прогнозировать применение вариантов из «номенклатуры» и «перечня» моделей, рассмотренных в [28, 40, 41].

В итоге может быть достигнута цель создания вычислительных и информационных ресурсов прикладного математического моделирования на основе суперкомпьютерных технологий и вычислительных систем гибридной архитектуры с использованием традиционных и перспективных алгоритмов.

Раздел 6. К проблеме формирования базового научного знания в современном материаловедении и технологии строительных композитов

Формирование базового научного знания в современном материаловедении и технологии строительных композитов должно происходить в контексте его цифрового развития [1].

Теоретическое и прикладное материаловедение строительных композитов сегодня переживает процесс перехода от *обобщения* знаний, вобравших и вбирающих в себя накопленные на *описательном* и *объяснительном уровне* данные и факты, к *формализации и моделированию* причинно-следственных отношений в системе «состав-структура-состояние-свойства» (формула «4С»).

Такой переход отвечает современной концепции *цифровизации* научного знания при обосновании *прогностических процедур* и разработке *предписывающих действий* в задачах конструирования и синтеза оптимальных структур композитов, обеспечивающих необходимый потенциал их сопротивления разрушению (работоспособности) с учетом реальных условий работы в строительных конструкциях в самом широком толковании разновидностей нагрузок и эксплуатационных воздействий.

РАЗДЕЛ 7. К концепции конструирования и синтеза структур бетонов с наперед заданными свойствами



Признаки и универсалии бетонов как структурированных твёрдых тел

- ПРИЗНАКИ И УНИВЕРСАЛИИ**
- Многофазность
 - Многокомпонентность
 - Композиционность
 - Конгломератность
 - Гетерогенность
 - Иерархичность
 - Масштабная многоуровневость
 - Полиструктурность
 - Детерминированность
 - Стохастичность
 - Дефектность

Бетоны — однородно/неоднородные конгломератные строительные композиты

К разделу 7. Формула «4С» в системно-структурном материаловедении строительных композитов и задачах их конструирования и синтеза



Формула «4С» - фундаментальное утверждение о том, что потенциал работоспособности материала R (как на момент изготовления τ_0 , так и на любом сроке эксплуатации τ_i) являются функцией его **С**остава, **С**труктуры, **С**остояния и **С**войств.

$$R = f [(4C), \tau]$$

К разделу 7. Терминологические пояснения

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.

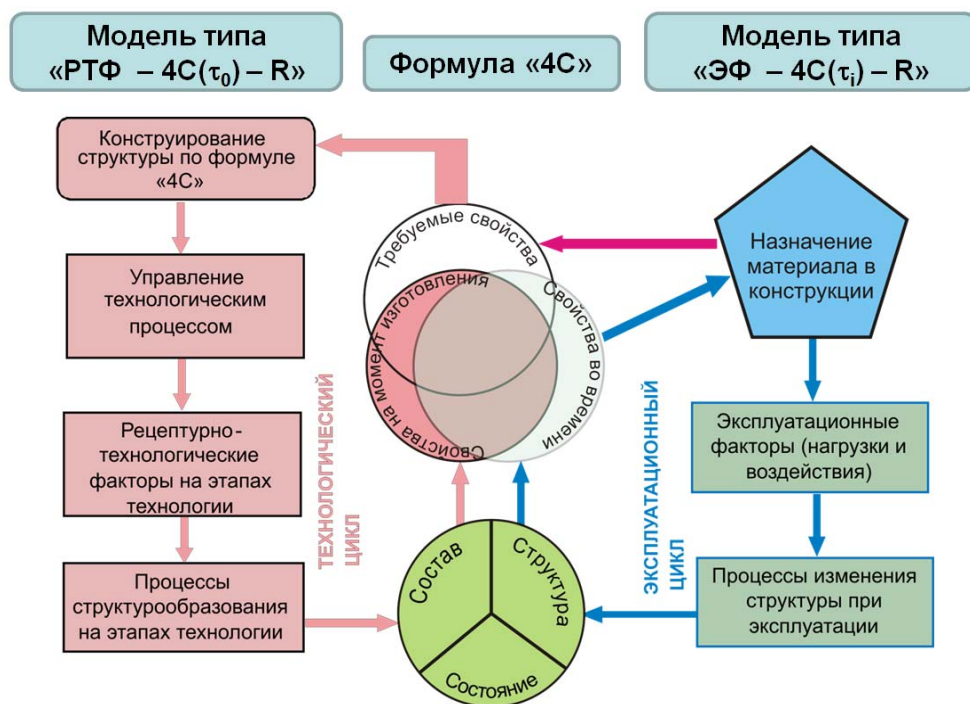
Формализация – замена реального объекта или явления неким символическим знаковым отображением, позволяющим перейти от его качественного описания к количественному в целях проведения операций с этим объектом без обращения к нему самому.

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 конструкционный и функциональный потенциал композита.

Оптимальность конструкции структуры - условие максимальной эффективности вовлечения структурных связей композита в его работу как твёрдого тела (по критериям механики проявления конструкционных и функциональных свойств).

К разделу 7. Алгоритм конструирования и синтеза структур композитов с задаваемыми свойствами



РАЗДЕЛ 8. Задачи развития теории и практики строительного материаловедения в контексте проблем цифровизации

1. **Качественная и количественная идентификация** бетонов как структурированных твёрдых тел (по их универсалиям) — формализации и модели плотных, поризованных, ячеистых бетонов.
2. **Разработка моделей механики** проявления конструкционных и функциональных **свойств** бетонов как структурированных твёрдых тел — формализации и модели для сопротивления разрушению при нагрузках и воздействиях.
3. **Формирование** современной **информационной модели** бетона.
4. **Обоснование процедур конструирования** структур.
5. **Алгоритмизация процедур конструирования** структур.
6. **Разработка программного обеспечения** конструирования структур.
7. **Реализация цифровых программ** синтеза конструкции структур.

Список использованных источников

1. Травуш В. И. Цифровые технологии в строительстве // Academia. Архитектура и строительство. – 2018. – № 3. – С. 107-117
2. Оптнер С.Л. Системный анализ для решения деловых и промышленных проблем /Пер. с англ. - М.: Советское радио, 1968. -216 с.
3. Кафаров В.В. Методы кибернетики в химии и химической технологии. - М.: Химия, 1968. - 379 с.
4. Ляпунов А.А. В чем состоит системный подход к изучению реальных объектов сложной природы? // Системные исследования. Ежегодн., 1971. М.: Наука, 1972. - с.5-17.
5. Азгальдов Г.Г., Райхман З.П. О квалиметрии. - М.: Изд-во стандартов, 1973. - 172 с.
6. Кафаров В.В., Дорохов И.Н. Системный анализ процессов химической технологии. Основы стратегии. - М.:Наука,1976. - 500 с.
7. Комплексная система управления качеством продукции: основные принципы внедрений и разработки / Под ред. А.В. Гличева. - М.: Машиностроение, 1977. - 65 с.
8. Методология исследования развития сложных систем (естественнонаучный подход). - Л.: Наука, 1979. - 315 с.
9. Гличев А.В. и др. Управление качеством продукции (опыт, проблемы, перспективы) - М.: Экономика, 1979. - 176 с.
10. Кузьмин В.П. Системный подход в современном научном познании // Вопросы философии. - 1980. - №1. - с.55-73.
11. Саката Сиро. Практическое руководство по управлению качеством / Пер. с японск. - М.: Машиностроение, 1980. - 215 с.
12. Брячихин А.М. Управление качеством продукции строительства: методологические аспекты. - М.: Стройиздат, 1982. -176 с.
13. Касаткин А.Г. Основные процессы и аппараты химической технологии. - М.: «Химия», 1973. - 752 с.
14. Борщ И.М., Вознесенский В.А., Мухин В.З. и др. Процессы и аппараты в технологии строительных материалов. - Киев : Вища школа, 1981. - 296 с.
15. Еремин Н.Ф. Процессы и аппараты в технологии строительных материалов. - М.: Высш. шк., 1986. - 280 с.
16. Шмитько Е.И. Процессы и аппараты технологии строительных материалов и изделий. - СПб : Проспект Науки, 2017. - 736 с.
17. Бергаланфи Л. фон. Общая теория систем — обзор проблем и результатов // Системные исследования. Ежегодник. — М.: «Наука», 1969. — С. 34-35.
18. Бояринов А.И., Кафаров В.В. Методы оптимизации в химической технологии. - М.: «Химия», 1969. - 565 с.
19. Адлер Ю.П., Маркова Е.В., Грановский Ю.В. Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий. - М.: Наука, 1976. - 280 с.

20. Современные методы оптимизации композиционных материалов. /Под ред. Вознесенского В.А. - Киев: Будивельник, 1983. -144 с.
21. Ахназарова С.Л., Кафаров В.В. Методы оптимизации эксперимента в химической технологии. - М.: Высш. шк., 1985. - 327 с.
22. Чернышов Е.М. Управление процессами структурообразования и качеством силикатных автоклавных материалов (вопросы методологии, структурное материаловедение, инженерно-технологические задачи) : дис. ... д-ра техн. наук. - Воронеж, 1988. - 600 с.
23. Шинкевич Е.С. Оптимизация структуры ячеистого силикатного бетона по комплексу критериев качества на основе изопараметрического анализа: Дис. ... канд. техн. наук. – Красково, 1985. – 249 с.
24. Баженов Ю.М., Гарькина И.А., Данилов А.М., Королев Е.В. Системный анализ в строительном материаловедении. - М: МГСУ, 2012. — 432 с.
25. Ляшенко Т.В., Вознесенский В.А. Методология рецептурно-технологических полей в компьютерном строительном материаловедении. - Одесса : Астропринт, 2017. - 164 с.
26. Чернышов Е.М., Дьяченко Е.И., Дьяченко Д.Е. О нейросетевом моделировании в задачах системно-структурного строительного материаловедения // Современные проблемы строительного материаловедения. - Иваново, 2000. - С. 175-181
27. Нейросетевые методы исследования в строительном материаловедении / А. М. Данилов, Е. В. Королев, В. А. Смирнов, А. П. Прошин // Известия высших учебных заведений. Строительство. – 2003. – № 10(538). – С. 28-34.
28. Аскадский А.А., Кондрашенко В.И. Компьютерное материаловедение полимеров. Том 1. Атомно-молекулярный уровень. - М.: Научный мир, 1999. – 544 с.
29. Баженов Ю.М., Воробьев В.А., Илюхин А.В. Основные подходы к компьютерному материаловедению строительных композиционных материалов // Строительные материалы, 2006. - № 3. - С. 71
30. Макеев А.И., Чернышов Е.М. Развитие теории конструирования и синтеза структур конгломератных строительных композитов: базовые положения // Научная опора Воронежской области: сборник трудов победителей конкурса научно-исследовательских работ студентов и аспирантов ВГТУ по приоритетным направлениям развития науки и технологий. - Воронеж: ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет», 2020. – С. 235- 241
31. Чернышов Е.М., Макеев А.И. К развитию теории конструирования и синтеза структур конгломератных строительных композитов // Фундаментальные, поисковые и прикладные исследования Российской академии архитектуры и строительных наук по научному обеспечению развития архитектуры, градостроительства и строительной отрасли Российской Федерации в 2019 году : Сб. науч. тр. РААСН. Т. 2. – М.: Издательство АСВ, 2020. – С. 482 - 502 с.
32. Селяев В.П., Селяев П.В. Физико- химические основы механики разрушения цементных композитов. – Саранск: Изд-во Мордов. ун-та, 2018. - 220 с.
33. Чернышов Е.М., Макеев А.И., Коротких Д.Н. Базовые положения механики проявления конструкционных свойств конгломератных строительных композитов. Часть 1. Обзор результатов теоретических исследований проблемы конструирования и синтеза структур современных высокотехнологичных бетонов // Известия вузов. Строительство. – 2020. - № 8. – С. 43-51
34. Чернышов Е.М., Коротких Д.Н., Макеев А.И. Базовые положения механики проявления конструкционных свойств конгломератных строительных композитов. Часть 2. Обзор результатов прикладных исследований по проблеме конструирования и синтеза структур современных высокотехнологичных бетонов // Известия вузов. Строительство. – 2020. - № 9. – С. 48-57
35. Коротких Д.Н. Трещиностойкость современных цементных бетонов (проблемы материаловедения и технологии). Воронеж, Воронежский ГАСУ, 2014. - 141 с.
36. О подборе составов высококачественных бетонов с органоминеральными модификаторами / С. С. Каприелов, А. В. Шейнфельд, Г. С. Кардумян, И. А. Чилин // Строительные материалы. – 2017. – № 12. – С. 58-63.29.
37. Магдеев У.Х., Морозов В.И., Пухаренко Ю.В. К математической постановке задачи об определении осесимметричных деформаций конструкций из неоднородно ортотропных материалов // Фундаментальные, поисковые и прикладные исследования РААСН по научному обеспечению развития архитектуры, градостроительства и строительной отрасли Российской Федерации в 2016 году : Сборник научных трудов РААСН / Российская академия архитектуры и строительных наук. – Москва : Издательство АСВ, 2017. – С. 227-230.
38. Белов В.В., Образцов И.В., Смирнов М.А. Проектирование зерновых составов минеральных вяжущих систем // Вестник Тверского государственного технического университета. Серия: Строительство. Электротехника и химические технологии. – 2020. – № 2(6). – С. 7-15.
39. Федосов С.В., Румянцева В.Е., Логинова С.А., Гоглев И.Н. Исследование стойкости цементного камня к биокоррозии // Фундаментальные, поисковые и прикладные исследования Российской

академии архитектуры и строительных наук по научному обеспечению развития архитектуры, градостроительства и строительной отрасли Российской Федерации в 2019 году : Сборник научных трудов РААСН / Российская академия архитектуры и строительных наук. – Москва : Издательство АСВ, 2020. – С. 472-476.

40. Васильев А.Н., Малыгина Г.Ф., Тархов Д.А. Нейросетевой подход к созданию цифровых двойников / А. Н. Васильев, // Материалы XXI Международной конференции по вычислительной механике и современным прикладным программным системам (ВСМПС'2019). – Алушта: Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет), 2019. – С. 135-137.
41. Актуальные проблемы численного моделирования зданий, сооружений и комплексов. Том 2. К 25-летию Научно-исследовательского центра СтаДиО: Монография / Под общ. ред. А.М. Бело-стоцкого и П.А. Акимова. – М.: Изд-во АСВ, 2016. 596 с.

УДК 666.972.53

67.01.97: Коррозия и защита от коррозии; 67.03.05: Строительная физика

СОВРЕМЕННЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ МАССОПЕРЕНОСА В ПРОЦЕССАХ КОРРОЗИИ БЕТОНА И ЖЕЛЕЗОБЕТОНА

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», руководитель центра научно-исследовательских работ и технической экспертизы, к.т.н.,
e-mail: korasb@mail.ru*

Бетон - строительный материал, известный человеку ещё из глубины веков на рубеже третьего-четвёртого тысячелетий до нашей эры, стремительно ворвался в 19-е столетие и затем современниками был назван строительным материалом XX века. И в начавшемся XXI-м веке он остаётся наиболее востребованным материалом для возведения уникальных сооружений и типовых зданий промышленного и гражданского назначения [1].

Вместе с тем, как синтетический композит, созданный руками человека, бетон (железобетон) остаётся предметом пристального внимания исследователей. И наравне с вопросами решения технологических проблем создания и жизненного цикла эксплуатации железобетонных конструкций, внимание исследователей сохраняется к проблеме долговечности бетонов. Проведение подобных исследований позволит сохранить уникальные сооружения для потомков, обеспечить безопасности жизнедеятельности человека, а также экономить народному хозяйству большое количество денежных средств.

Прогнозирование долговечности конструкции – весьма сложный аналитический процесс, требующий многообразных системных знаний ряда наук: физической химии, электрохимии, термодинамики, теории и кинетики гетерогенных химических процессов, массопереноса в капиллярно-пористых телах [2].

За 150 лет исследований процессов коррозионной деструкции бетона учеными накоплен большой объем научных знаний о коррозионных процессах, протекающих в бетонах и железобетонах: установлены и исследованы принципиальные схемы химических реакций; даны математические описания некоторых коррозионных процессов; создана система нормативных документов по борьбе с коррозией в строительном комплексе.

Накопленный теоретический и практический материал дает возможность описывать процессы, происходящие при коррозии бетона в форме математических моделей, которые позволят с требуемой точностью рассчитывать долговечность бетонных и железобетонных конструкций.

По классификации, предложенной профессором Москвиным В.М. [3], коррозионное воздействие любых сред на бетоны подразделяют на три основных вида:

- к коррозии 1-го вида относят процессы, возникающие в бетоне при воздействии на него вод с малой жесткостью, когда составные части цементного камня растворяются, вымываются и уносятся перемещающейся водной средой;

- к коррозии 2-го вида относят процессы, которые развиваются в бетоне при воздействии на него жидких сред, содержащих химические вещества, вступающие в обменные реакции с составными частями цементного камня, с образованием продуктов легко растворимых водой либо аморфных, не обладающих вяжущей способностью массы в зоне реакции;

- к коррозии 3-го вида относят все процессы коррозии бетона, под действием жидких агрессивных сред, при развитии которых в порах, капиллярах и других пустотах бетона происходит накопление малорастворимых солей, кристаллизация которых вызывает возникновение значительных усилий в стенках структуры цементного камня, ограничивающих рост кристаллических образований.

Следует заметить, что в естественных условиях редко встречается коррозия того или иного вида обособленно от остальных, но обычно наблюдается преобладание какого-либо одного вида и всегда можно проследить, и учесть роль второстепенных для данного случая видов коррозии.

Известно, что за стабильность существования высокоосновных соединений бетона (алита, белита, трехкальциевого алюмината, четырехкальциевого алюмоферрита) отвечает «свободный гидроксид кальция», содержащийся в порах бетона. Именно «свободный гидроксид кальция» определяет массоперенос в системе «цементный бетон - жидкая среда», изменения содержания которого в теле бетона приводят к коррозии первого вида [4], а в конечном итоге - к негативным необратимым последствиям для долговечности конструкций. Ранее нашей научной школой были опубликованы работы по теоретическому исследованию процессов массопереноса при коррозии первого вида цементных бетонов, описывающих процесс на начальной стадии [5], учитывающих наличие внутреннего источника массы «свободного гидроксида кальция» [6] и нелинейность кривой равновесия [7]. Приведенные в работах [5-7] математические модели основаны на теории массопереноса академика Лыкова А.В. [8].

Моделируемая система схематично представлена на рисунке 1, на котором также представлены характерные профили концентраций переносимого компонента в бетоне (динамика массопереноса в твердой фазе).

Решение этих сложных задач возможно с позиций теории массопереноса. Законы массопереноса - общие для всего многообразия природных явлений, дают возможность рационального проектирования строительных конструкций в соответствии с режимами эксплуатации, оптимального подбора материала, оценки состояния конструкций. Поэтому, с научной и практической точек зрения, изучение процессов массопереноса, протекающих при коррозионной деструкции, является в настоящее время актуальной задачей.

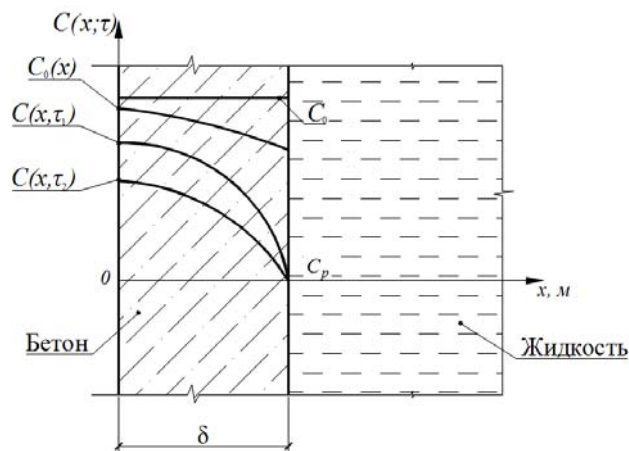


Рисунок 1. Иллюстрация к постановке задачи

По теории массопереноса академика Лыкова А.В. [8], в общем случае, для коррозии первого и второго видов, диффузия гидроксида кальция в пористой структуре бетона описывается нелинейным дифференциальным уравнением массопроводности второго порядка:

$$\frac{\partial C(x, \tau)}{\partial \tau} = \text{div}[k(x, \tau) \text{grad} C(x, \tau)] + \frac{q_v(x, \tau)}{\rho_{\text{бет}}}, \quad (1)$$

где: $k(x, \tau)$ - коэффициент массопроводности (диффузии), $\text{м}^2/\text{с}$; $C(x, \tau)$ - концентрация «свободного гидроксида кальция» в бетоне в момент времени τ в произвольной точке с координатой x , $\text{кг}_{\text{CaO}}/\text{кг}_{\text{бетона}}$; $q_v(x, \tau)$ - мощность объемного источника массы вследствие химических или фазовых превращений, $\text{кг}_{\text{CaO}}/(\text{м}^3 \cdot \text{с})$; $\rho_{\text{бет}}$ - плотность бетона, $\text{кг}/\text{м}^3$.

Для получения корректного решения уравнения (1) его требуется дополнить начальными и граничными условиями.

Начальные условия характеризуют значение полей концентрации переносимого компонента в момент времени, принимаемых на начало отсчёта:

$$C(x, \tau) \Big|_{\tau=0} = C(x, 0) = C_0(x). \quad (2)$$

Граничные условия характеризуют значение потенциалов переноса (в данном случае – концентрации переносимого компонента на границах рассматриваемой конструкции в произвольный момент времени; при этом они поражают условие взаимодействия рассматриваемой конструкции с другими средами, находящимися в контакте с границами тела.

Если на границе, задан закон изменения концентрации во времени, то мы имеем дело с граничным условием I рода, называемым также условием Дирихле:

$$C(\delta, \tau) = C_p(\tau). \quad (3)$$

Если на границе задан поток массы вещества, то в данном случае речь идёт о граничном условии II рода, называемым также условием Неймана.

$$-k\rho_{бет} \frac{\partial C(x, \tau)}{\partial x} \Big|_{x=\delta} = q_n. \quad (4)$$

Для частного случая, например, у левой границе стенки, которая не взаимодействует с жидкостью, когда плотность потока массы в правой части (4) равна нулю, для расчетов принимаем условие не пролиания (проляции):

$$\frac{\partial C(0, \tau)}{\partial x} = 0. \quad (5)$$

Если вещество из внутренних слоёв твёрдого тела подходит к границе со средой посредством массопроводности, а с поверхности переходит в жидкую фазу омывающей тело среды, посредством конвекции, то в данном случае будем иметь дело с граничным условием III рода, называемым также условием Ньютона:

$$k \cdot \frac{\partial C(\delta, \tau)}{\partial x} = \beta [C_p(\tau) - C(\delta, \tau)]. \quad (6)$$

В формулах 3-6 обозначено: $C_0(x)$ – концентрация «свободного $\text{Ca}(\text{OH})_2$ » в бетоне в начальный момент времени в произвольной точке с координатой x , в пересчете на CaO , кг $\text{CaO}/\text{кг}$ бетона; $C_p(\tau)$ – равновесная концентрация на поверхности твердого тела, кг $\text{CaO}/\text{кг}$ бетона; k – коэффициент массопроводности в твёрдой фазе, $\text{м}^2/\text{с}$; β – коэффициент массоотдачи в жидкой среде, $\text{м}/\text{с}$; δ – толщина стенки конструкции, м ; x – координата, м ; τ – время, с ; $q_n(x)$ – мощность объемного источника массы вследствие химических реакций, $\text{кг CaO}/(\text{м}^3 \cdot \text{с})$; q_n – плотность потока массы вещества из бетона в жидкую среду, $\text{кг}/(\text{м}^2 \cdot \text{с})$; $\rho_{бет}$ – плотность бетона, $\text{кг}/\text{м}^3$.

Рассмотрим теперь особенности математического моделирования для первого и второго вида коррозии.

Диффузия «свободного гидроксида кальция» в твердой фазе бетона – достаточно медленный процесс, поэтому и коррозионные явления, развиваются в бетоне годами, а порой и десятилетиями. Тем не менее, на определенной стадии развития коррозии наступает момент, когда концентрация переносимого компонента на границе с агрессивной средой становится равной нулю. При этом, задача массопереноса из диффузионно-кинетической, контролируемой внешней, внутренней диффузиями и химической кинетикой, переходит в задачу массопереноса, контролируемого только внутренней диффузией и химической кинетикой. При массопереносе целевого компонента, контролируемого только внутренней диффузией подразумевается, что на границе конструкции с агрессивной средой установилось равновесие жидкой и твердой фаз, а, следовательно, при решении задач необходимо применять граничные условия первого рода. В таком случае краевая задача массопереноса, с начальными и граничными условиями для неограниченной пластины, моделью которой может быть представлена бетонная (железобетонная) конструкция, в соответствии с рисунком 1, может быть представлена уравнениями (1)-(3), (5).

Для упрощения решений введем безразмерные переменные и критерии подобия, удобные для качественного анализа процессов коррозии:

$$C(\bar{x}, Fo_m) = \frac{C_0 - C(x, \tau)}{C_0 - C_p}, \quad \bar{x} = \frac{x}{\delta}, \quad Fo_m = \frac{k\tau}{\delta^2}. \quad (7)$$

Приведём систему уравнений (1)-(3), (5) к безразмерному виду, а также покажем решение данной задачи в упрощенном виде, при равномерном начальном распределении концентраций:

$$\frac{\partial C(\bar{x}, Fo_m)}{\partial Fo_m} = \frac{\partial^2 C(\bar{x}, Fo_m)}{\partial \bar{x}^2}, \quad Fo_m > 0, \quad 0 \leq \bar{x} \leq 1. \quad (8)$$

Начальное условие: $C(\bar{x}, 0) = 0$. (9)

Граничные условия: $\frac{\partial C(0, Fo_m)}{\partial \bar{x}} = 0$, (10)

$C(1, Fo_m) = 1$. (11)

Решение системы уравнений (8) – (11) проведено методом интегрального преобразования Лапласа. Суть метода решения краевых задач с помощью интегрального преобразования Лапласа заключается в отображении исходного дифференциального уравнения и краевых условий в комплексную область, в выполнении математических операций для получения решения в области изображений и последующего перевода изображения в область оригиналов. С учётом характеристического уравнения после несложных преобразований последнему выражению может быть придан следующий вид:

$$C(\bar{x}, Fo_m) = 1 - \frac{4}{\pi} \sum_{m=1}^{\infty} \frac{(-1)^{m+1}}{(2m-1)} \cos\left[\frac{\pi}{2}(2m-1)\bar{x}\right] \exp\left[-\frac{\pi^2}{4}(2m-1)^2 Fo_m\right]. \quad (12)$$

Из анализа решения (1) видно, что оно представляет сходящийся ряд, т. е. алгебраическую сумму косинусоид с постепенно затухающими амплитудами. Циклическая частота таких косинусоид увеличивается с увеличением m , так как она равна $(2m-1)/4$.

Для демонстрации возможностей полученного решения, проведем численный эксперимент: рассмотрим, как изменяется поле безразмерных концентраций $C(\bar{x}, Fo_m)$ при различных значениях числа Фурье, которое, в соответствии с теорией подобия, является показателем времени процесса. Результаты расчета распределений концентраций по безразмерной толщине бетонной конструкции при числах Фурье 0,001; 0,01; 0,1; 0,2; 0,5 и 1 приведены на рисунке 4.2.

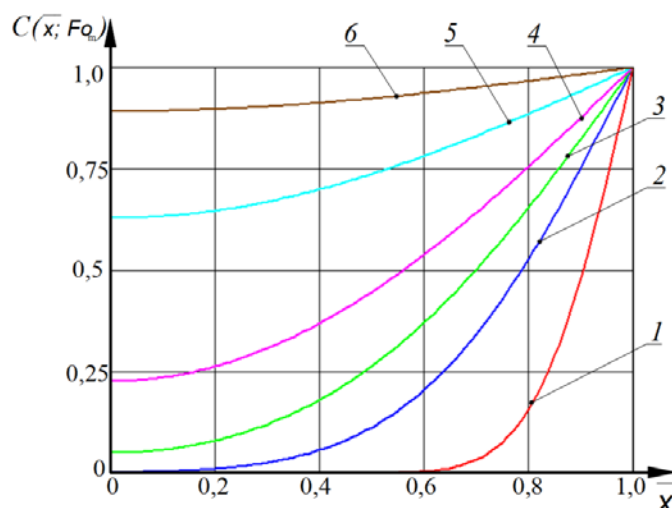


Рисунок 2. Профили безразмерных концентраций $C(\bar{x}, Fo_m)$ по толщине бетонной конструкции при числах Фурье: $Fo_m=1$ - 0,01; 2 - 0,05; 3 - 0,1; 4 - 0,2; 5 - 0,5; 6 - 1

Рассчитанные в ходе численного эксперимента графические зависимости согласуются с физическими представлениями о процессе коррозионного массопереноса по механизму первого вида [10,11].

Мера интенсивности массообменных процессов является массообменный критерий Фурье - Fo_m , а если более точно, то числитель этого критерия – произведение $k \cdot \tau$. Чем более интенсивен процесс и мало время его реализации, или медленнее протекает массоперенос в твердой фазе, тем меньше $k \cdot \tau$ и меньше значение критерия Fo_m .

Полученные в ходе численного эксперимента графические зависимости хорошо согласуются с физическими представлениями о процессе коррозионного массопереноса по механизму первого вида. Заметим также, что указанные расчеты не только качественных, но и количественных характеристик процессов возможны только при имеющейся информации о динамике и кинетике изучаемых явлений, полученной на базе обширных экспериментальных исследований, что и будет предметом дальнейшего изучения.

Список использованных источников

1. Николаев С.В. Нормативная база высотного строительства в России / С.В. Николаев, В.И. Травуш, Ю.А. Табунщиков, А.Н. Колубков, Г.Г. Соломанидин, А.А. Магай, Н.В. Дубынин // Жилищное строительство, № 1-2, - 2016, - с. 3-7.
2. Степанова, В.Ф. Защита от коррозии в условиях дефицита финансирования науки / В.Ф. Степанова, Н.К. Розенталь // Строительная газета. - 2013. - №19(10238). С.1,3.
3. Москвин В.М. Коррозия бетона. М.: Госстройиздат. - 1952. - 344 с.
4. Мчедлов-Петросян О.П. Химия неорганических строительных материалов. М.: Стройиздат. - 1988. - 303 с.
5. Федосов С.В., Румянцева В.Е., Красильников И.В., Касьяненко Н.С. Нестационарный массоперенос в процессах коррозии второго вида цементных бетонов. Малые значения чисел Фурье, с внутренним источником массы // Известия высших учебных заведений. Серия: Химия и химическая технология. - 2015. - Т. 58. № 1. С. 97-99.
6. Федосов С.В., Румянцева В.Е., Красильников И.В., Касьяненко Н.С. Теоретические и экспериментальные исследования процессов коррозии первого вида цементных бетонов при наличии внутреннего источника массы // Строительные материалы. 2013. №6. С. 44-47.
7. Федосов, С.В. Моделирование массопереноса в процессах коррозии первого вида цементных бетонов в системе «жидкость-резервуар» при наличии внутреннего источника массы в твердой фазе / С.В. Федосов, В.Е. Румянцева, И.В. Красильников, Н.С. Касьяненко // Вестник гражданских инженеров. - 2013. - №2 (37). С.65-70.
8. Лыков А.В. Явления переноса в капиллярно-пористых телах. М.: Гостехиздат, 1954. 296 с.
9. Федосов, С.В. Тепло-массоперенос в технологических процессах строительной индустрии. Иваново: ИПК ПресСто, - 2010. - 364 с.
10. Fedosov S.V., Roumyantseva V.E., Krasilnikov I.V., Konovalova V.S. Physical and mathematical modelling of the mass transfer process in heterogeneous systems under corrosion destruction of reinforced concrete structures // В сборнике: IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. 2018. С. 012039. DOI: 10.1088/1757-899X/456/1/012039
11. 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.
12. Лыков, А.В. Теория теплопроводности. М.: Высшая школа, - 1967. - 600 с.
13. Федосов С.В., Румянцева В.Е., Красильников И.В., Федосова Н.Л. Исследование диффузионных процессов массопереноса при жидкостной коррозии первого вида цементных бетонов // Известия высших учебных заведений. Серия: Химия и химическая технология. - 2015. - Т. 58. № 1. С. 99-104.

УДК 711.4.01

67.25.03: Теоретические и научные основы районной планировки и градостроительства

ФРАКТАЛ КАК «ИДЕАЛЬНАЯ» МОДЕЛЬ УСТОЙЧИВОСТИ

Леденева Г.Л.,

*ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», кандидат архитектуры, профессор, советник РААСН, профессор кафедры «Архитектура и строительство зданий»
e-mail: Ledeneva27@yandex.ru*

Есть несколько причин, по которым фракталы представляют научный интерес для архитекторов и градостроителей. Среди очевидных и осмысленных:

1. Указывают на возможности (способы) организации формы, её гармонизации на основе принципа подобия с выходами на теории структурализма, нелинейных форм фрактальной геометрии. Отдельный объем, как и территориальное образование, воспринимаются положительно, если есть ощущение системы, связанности – общая идея;

2. Представляют (предъявляют) технологии, отвечающие принципам рациональности, экономии ресурсов, прагматизма. В данном случае актуализируются такие понятия, как типизация, унификация, универсализация, комбинаторика, «клеточное» построение объекта и далее - сборность, модульность, параметризм в развитии темы BIM – моделирования и многое другое из того, что мы связываем с утверждением здравого смысла в строительстве и пытаемся вывести в русло природоподобных технологий.

Эти вопросы достаточно широко исследованы и представлены в научных публикациях (В.Н. Бабич, А.Г. Кремлев, М.В. Шубенков, С.Б. Поморов, К.В. Шевелев, А.В. Волошинов, С.Ю. Кавтарадзе, Н.И. Смолина, Ю.С. Янковская и другие авторы).

Главное из того, что сдерживает науку от полного погружения в теорию фракталов, заставляет отказаться от прямого переноса мудрости природы в область практических действий – их идеальность, «стерильность» как одно из основных условий, обеспечивающих непрерывность существования. В реальности с течением времени многое меняется. Возникает необходимость адаптации к новым реалиям, а известные попытки создать идеальные модели со временем осознаются как «утопии». Так, само понятие «идеального» города стало нарицательным – не соответствующим определению. Однако именно здесь, в самих принципах существования и развертывания фракталов во времени, на наш взгляд, заложен значительный потенциал для научных исследований.

Итак, фрактал – самоорганизующаяся система, способная благодаря своей геометрии расти физически (условно говоря - захватывать новые территории), и абстрактно – развиваться внутрь себя. В первом случае (при так называемой экспансии) представляется важным, что это делается за счет сохранения принципа подобия (базовых единиц). В градостроительстве под таковыми следует понимать не столько сходные по геометрии, сколько самодостаточные территориальные образования, способные полноценно существовать - удовлетворять широкий спектр повседневных потребностей населения на заданном уровне. Важно и то, что новое возникает на опорных точках сложившегося (реализуется принцип все связано со всем).

Отдельные аспекты формирования условной базовой единицы активно обсуждаются в градостроительной науке: структура, содержание приватного и публичного пространств, их взаимодействие и т.д. [1]. Утверждаются некоторые параметры, например, десятиминутная пешеходная доступность зеленых зон, площадок, предназначенных для полноценного отдыха и прочих мест «притяжения» населения. Отмечается тенденции к расширению доли публичных пространств, возрастает потребность в местах приложения труда, приближенных к территориям проживания и другие тенденции. Здесь необходимо напомнить о том, что основное содержание, а также требования, учитываемые при проектировании отдельных объектов (представление о построении базовой единицы, обеспечивающей приятное комфортное проживание) отражены в действующих нормах и правилах, строительных регламентах, утверждаемых на региональном уровне. Со временем эти документы уточняются. В них оговорены оптимальные параметры компонентов системы в расчете на численность населения (вместимость, посещаемость, число рабочих мест и проч.), указаны оптимальные радиусы доступности детских садов, школ, поликлиник, предприятий обслуживания. Помимо создания жизнеспособной единицы, грамотный (некриминальный) подход в градостроительной политике позволяет снять значительную долю нагрузки с центра города, разгрузить транспортную сеть – «оптимально распределить потоки и энергию внутри системы» (Д.Б. Гелашвили, Г.С. Розенберг и другие авторы применяют данную формулировку в отношении биотических сообществ [2]).

Появление неполноценных (деформированных) базовых единиц в структуре фрактала (сопоставимо с нарушением «геометрии»), напротив, лишает перспектив дальнейшего роста и развития, ведет к конфликтам и деградации. Пример социальных конфликтов внутри градостроительных образований - сражение населения за дворы многоквартирных домов.

Перспективы жизни фрактала определяет не только форма, но и само размещение единицы с сохранением ресурса для дальнейших трансформаций. Однако в градостроительстве не всегда есть возможность сохранять резервные территории для будущих преобразований. В решении этой проблемы актуализируются понятия гибкости, адаптивности при проектировании объектов, способных меняться без значительных (затратных) разрушений. В качестве символического образа, иллюстрирующего данный подход, выступает фрактал В. Серпинского. Его устойчивость сохраняется за счет изначально заданной возможности изыятия – перепрофилирования фрагментов структурных единиц (рис. 1).

Если с развертыванием фрактала вовне стратегии в целом ясны, то в отношении дальнейшего существования уже сложившихся градостроительных образований решения не столь очевидны. Тем не менее, они продолжают свое развитие, опираясь на внутренний ресурс. Символический образ фрактала позволяет нам и здесь увидеть некоторые закономерности, а вместе с тем и возможности для обеспечения устойчивости систем. Известно, что с углублением внутрь фрактала увеличивается периметр его поверхностей. Периметр - это область контакта и, одновременно, возможностей для расширения опций (взаимодействия), в том числе и с использованием новых технологий. Территориальные единицы, подобно фракталу, имеют тенденцию к расширению периметра - области контактов, создавая новые перспективы для развития сложившихся структур. В градостроительной науке в последние годы появились работы по исследованию пограничной застройки, «пористости городской ткани». И.А. Крашенинников, анализируя застройку Сингапура в своих публикациях, приводит пример «использования концепции «пористости» при создании структуры пространств разного размера, что позволяет заполнить эти

пространства разными функциями, не смешивая различные сценарии поведения в одном месте. При высокой плотности и этажности застройки общественные пространства становятся многоуровневыми, образуя двух – и трехуровневые улицы и площади» [3].

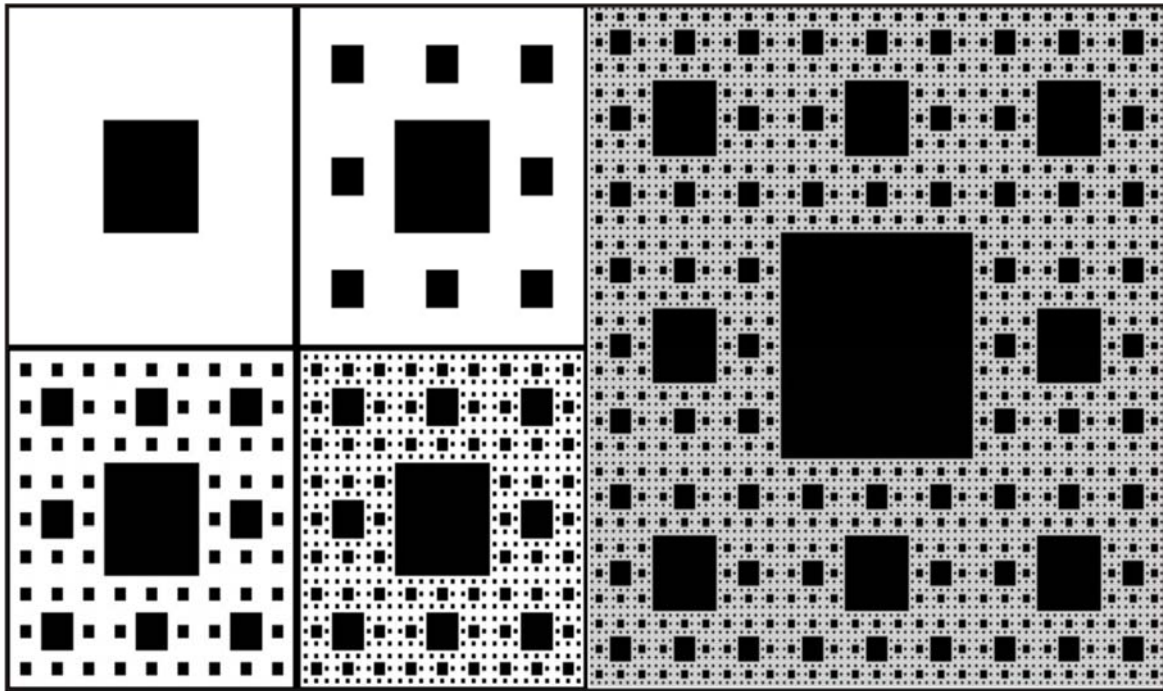


Рисунок 1 – Фрактальная фигура В. Серпинского (из открытых источников)

Необходимость (потребность) адаптации к новым реалиям заставляет уже сложившийся, сформировавшийся город искать свои пути развития. В результате сегодня наблюдается смена градостроительной парадигмы. И если не так давно в проектировании мы все еще придерживались рекомендаций четкого функционального зонирования территорий, то сегодня настаиваем на разнообразии их содержания и форм (касается и форм собственности). Это стало возможным благодаря внедрению новых технологий, компьютеризации промышленной индустрии с сокращением количества рабочих мест; увеличению доли населения, занятого в сфере обслуживания, распространению удаленных форматов работы. В этой связи интересны идеи голландских урбанистов, иллюстрирующих тенденции с использованием живописных работ П. Мондриана (рис. 2).

Следует все же заметить, что теория, к сожалению, отстает от практики и город, как самоорганизующаяся система, реагирует на запросы времени спонтанно, по ходу обострения проблем. В этой ситуации остаются доступными лишь наблюдения, анализ и прогнозирование. Городская среда, существующая в условиях, близких к экстремальным, наилучшим образом подходит в качестве объекта исследования. Экзистенциальные (глубинные) проблемы градостроительства здесь наблюдаются (вскрываются) отчетливее, а пути их решения демонстрируют примеры корректировки так называемого «поврежденного» фрактала.

Объектом наших наблюдений стала Флоренция - город, который испытывает колоссальные перегрузки в связи со статусом туристической «Мекки». Новое строительство здесь ограничено в объеме, строго регламентировано и контролируется (исторический центр является памятником всемирного наследия). Тем не менее, город продолжает активно развивать имеющиеся ресурсы. Проблема сокращения потоков вдоль основных туристических маршрутов решается путем повышения функциональности периферийных кварталов (здесь продолжают столетиями существовать и возникают новые мастерские, «шоурумы», объекты, нацеленные на продвижение региональных «специалитетов», арт-пространства). История, традиция, память места создают тот ресурс (область), благодаря которому фрактал способен развиваться внутри себя. Этот ресурс неисчерпаем, в том числе благодаря появлению новых инструментов. Так, к примеру, во Флоренции нашли возможность показать все ценное наследие с использованием цифровых технологий в виртуальном музее города на площади в 9 квадратных метров.

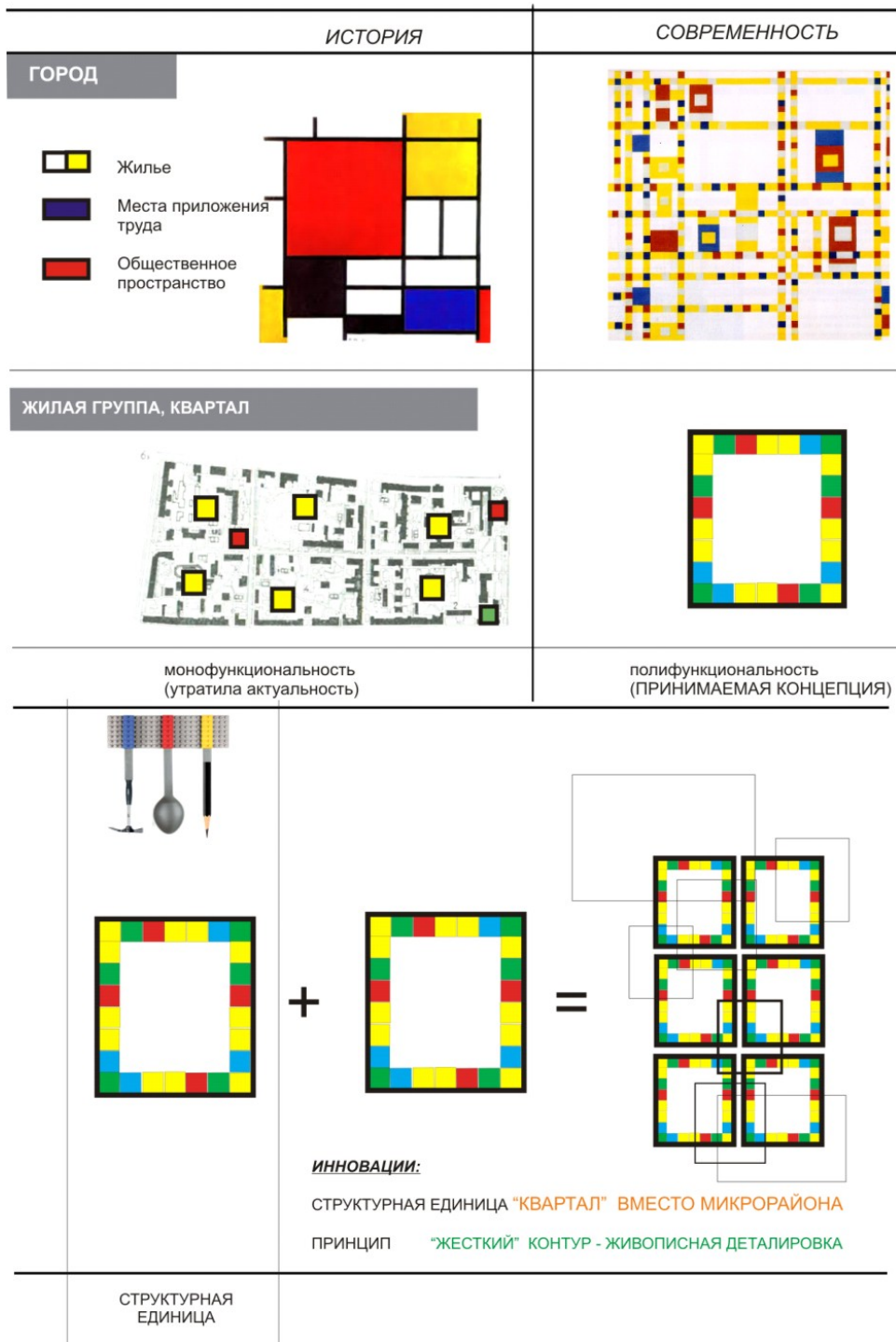


Рисунок 2 - Смена парадигмы в современном градостроительстве

В решении транспортных проблем пошли по пути экологизации и сокращения общественного транспорта в пользу обустройства пешеходных маршрутов, выноса за исторический периметр автостанций, их рассредоточение по внешнему контуру, переформатирование самой схемы в организации поездок, включая покупку билетов. Смарт – технологии, движение в сторону так называемого «умного» города позволили убрать многочасовые очереди к основным достопримечательностям. Важно, что в условиях рыночной экономики сохранился неконъюнктурный подход. Городская среда остается доступной для людей с разным уровнем достатка (социальное регулирование - один из важных способов обеспечения устойчивости).

Город - живая структура. Развиваясь по аналогии с природными структурами, он либо переходит на новые уровни, либо деградирует. Переход на новые уровни развития – то, на что должны быть ориентированы принимаемые стратегии в архитектуре и градостроительстве. Флоренция демонстрирует ситуацию перехода на уровень социального типа взаимодействия структурных единиц (этапы формирования «клетки» и «ткани», «органов» и «организма» в целом уже пройдены), в ситуации, когда представителей городского сообщества научились выстраивать диалог, договариваться между собой. Как утилизировать мусор, кому и когда выезжать на личном транспорте, когда, куда и за какими покупками идти – все оговорено и подлежит исполнению. В перспективе - уровни «биогеоценоза» и «биосферы», о чём говорил и В. Вернадский, но их достижение представляется невозможным до тех пор, пока опыт осмысления всего и с какими последствиями мы создаем не распространиться шире. К сожалению, наблюдая за жизнью большинства городов, чаще приходится видеть картину усугубления «заболеваний» с появлением признаков некроза городской ткани.

Виктор Франкл справедливо заметил, что «символический образ делает непостижимое доступным и понятным». Вот и фрактал, не являясь объектом прямого копирования, позволяет развивать теоретические аспекты архитектуры и градостроительства. Принимая во внимание тот факт, что за контурами фрактала стоят математические выражения, можно надеяться на появление новых инструментов для анализа и оценки ситуаций, формирования позитивных жизненных перспектив.

Список использованных источников

1. Кияненко К.В. Общество, среда, архитектура: социальные основы архитектурного формирования жилой среды / К.В. Кияненко, Волог. Гос. ун-т – Изд. 2-е, перераб. И доп. – Вологда : ВоГУ, 2015.-284 с.
2. Гелашвили Д. Б., Розенберг Г. С., Иудин Д. И., Якимов В. Н., Солнцев Л. А. Фрактальные аспекты структурной устойчивости биотических сообществ // Биосфера. 2013. №2. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/fraktalnye-aspekty-strukturnoy-ustoychivosti-bioticheskikh-soobschestv>.
3. Berghauser Pont and Per Haupt. Space, Dencity and Urban Form. - Delft: Delft University of Technology, 2009 - 306с. 5. Крашенинников, И.А. Перспективы анализа «пористости» городской ткани [Электронный ресурс] / И.А. Крашенинников // Architecture and Modern Information Technologies. Электронный журнал. - 2017. - № 3 (40). - С. 215-226. - Режим доступа: <https://docplayer.ru/68773156-Perspektivy-analiza-poristosti-gorodskoy-tkani-research-directions-to-study-urban-tissue-porosity.html>.

УДК 747

18.31.51: Декоративно-прикладное искусство

ОТРАЖЕНИЕ НАЦИОНАЛЬНЫХ ХУДОЖЕСТВЕННЫХ ТРАДИЦИЙ В СОВРЕМЕННОМ ДИЗАЙНЕ

Никольский М.В.,

*МБОУ ДО «ДХШ №2 ПДИ имени В.Д. Поленова», директор, профессор, кандидат педагогических наук, член Союза художников России, председатель Тамбовского представительства Международного союза педагогов-художников, научный руководитель кафедры дизайна и изобразительного искусства ТГУ имени Г.Р. Державина
e-mail: timnik2004@rambler.ru*

Завершение так называемой эпохи постмодерна и активное погружение социума в информационное пространство особым образом формирует эстетику среды обитания современного человека.

Здесь нет единой дизайн-концепции для различных предметно-пространственных решений, нет единого стиля. «В настоящее время все большую актуальность приобретают вопросы эстетической реконструкции среды городских общественных пространств – фрагментов городской среды, имеющих важный градостроительный статус...» [1, С. 23].

Те или иные актуальные дизайнерские решения могут противоречить друг другу, но при этом участвовать в одной локации или «работать» в одной художественно – дизайнерской конфигурации. Самым простым примером здесь может быть архитектурное совмещение, так называемой деревянной застройки российских городов XIX в. и современными формами жилых и общественных зданий XXI века (Рисунок 1).

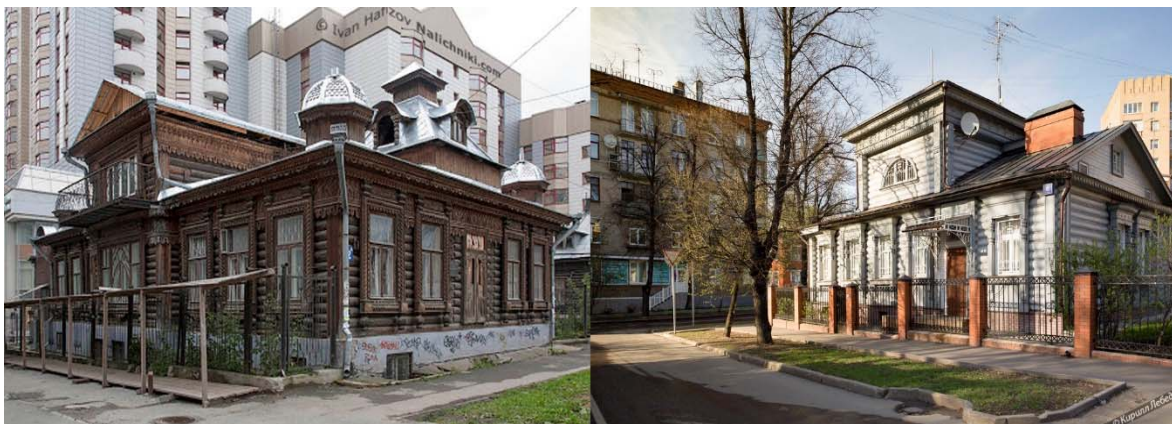


Рисунок 1 – Совмещение деревянной застройки российских городов XIX в. с современными формами жилых и общественных зданий XXI века

Зачастую прямо противоположные элементы или творческие подходы участвуют в построении одного художественно-дизайнерского произведения. Таким образом, эклектика становится творческим стилем, где в едином гармоничном ритме участвуют абсолютно противоположные пластические формы. Это не новация сегодняшнего дня, можно вспомнить живописные произведения Гюстава Климта начала XX века или дизайнерский стиль «Бохо», где можно проследить гармонию исключительного в противоположных вещах (что-то подобное мы встречали в современной моде, где навязчиво сталкиваются несовместимые аксессуары и элементы повседневного гардероба – Рисунок 2).



Рисунок 2 – Элементы современной моды

Сегодня в подобный процесс активно входят национальные элементы, которые особым образом подчеркивают и выявляют дизайнерские доминанты, заложенные в том или ином проекте. И наоборот: участие национальных элементов в современном дизайн – объекте или дизайн – пространстве выявляют их неповторимость, ценность и особый колорит, воспринимаемый современным зрителем как традицию и инновацию одновременно.

Мы видим значительное количество кафе, ресторанов, гостиниц и жилых помещений оформленных в этностиле. Интерьеры современных помещений зачастую, в качестве доминанты имеют антикварные или винтажные украшения, имеющие ярко выраженный колорит. В качестве примера можно вспомнить современные марокканские и японские интерьеры (Рисунок 3).

Отечественная дизайнерская мысль сегодняшнего дня активно работает в сторону встраивания национальных художественных традиций в интерьер и экстерьер зданий и помещений, а также в различные дизайнерские предметы, которыми пользуется человек в окружении своего жизненного пространства. Стал уместным термин «этнодизайн» в отношении к предметам народных промыслов и декоративно-прикладного искусства, которые использовал или использует человек в процессе своей жизни и деятельности.

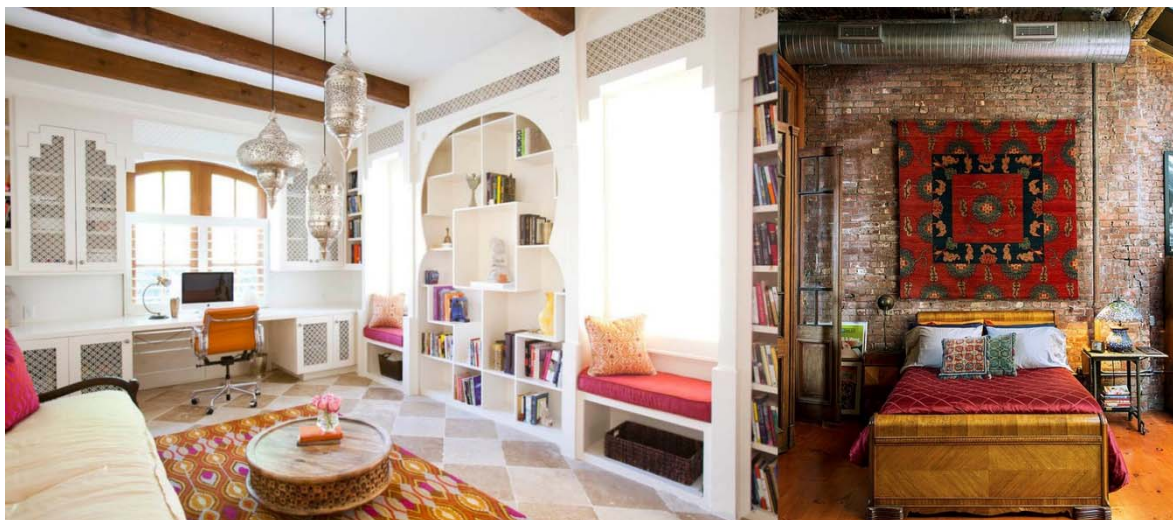


Рисунок 3 – Современные марокканские интерьеры

Особое внимание к отечественным предметам этнодизайна очевидно в силу заложенного в них культурного кода, который берет свое начало из глубин русской и древнерусской истории. Даже если предмет декоративно-прикладного искусства не является антикварным, тем не менее, он способен передавать древнюю традицию, например, в росписи по дереву, по дереву и камню, обработки металла, текстиля и т.д. В силу того, что до сегодняшнего дня сохранена соответствующая художественно – эстетическая традиция и система подготовки художников по вышеуказанным направлениям. Помимо того, что изделия отечественного ДПИ, изобразительного искусства и кустарных промыслов являются предметом коллекционирования (а зачастую национальным достоянием) они активно участвуют в формировании современного интерьера (Рисунок 4). И это не случайно. «Декорирование смыслов, заложенных в культурных артефактах, становится основным способом получения информации. В качестве кода активно выступает символ. В искусстве символическую нагрузку несут визуальные образы» [2, С. 240].



Рисунок 4 – Декоративно-прикладное искусство в формировании современного интерьера

Если рассмотреть предметы русской старины, используемых в качестве эстетической доминанты современного интерьера, то мы встретим:

- предметы, мебели, иконы;
- самовары;
- прялки;
- поддужные колокольчики и лошады дуги;
- утюги, подковы и другие «скобяные изделия»;
- деревянные хозяйственные изделия, посуда;
- художественное литье;
- расписные шкатулки и сундуки;
- керамика и гончарные изделия;
- домовая резьба и т.д.

В создании интерьеров мы встречаем русские и славянские мотивы в качестве нанесенных на различные поверхности орнаменты, принты, винтажные фальшстены и отдельные изделия, а также мебель стеновые поверхности и потолки.

Вошли в историю дизайна интерьеры, где прослеживается не комплекс соответствующих элементов, а всего лишь один мотив, отвечающий традициям того или иного промысла. Известны рестораны и кафе, оформленные в традициях Хохломской, Городецкой, Жостовской, Мезенской росписи; Абрамцево–кудринской, геометрической и плоскорельефной резьбы. Отдельный мотив может встречаться в различных интерьерах в качестве (например) аркатурного пояса, изготовленного элемента, отдельных панно и т.п. (Рисунок 5).



Рисунок 5 – Использование русских и славянских мотивов в оформлении интерьеров современных кафе и ресторанов

На сегодняшний день в данной связи наиболее актуальным (модным) является дизайнерское решение, где происходит эстетическое столкновение прямо противоположных материалов, элементов или цветотональных пятен, «работающих» в едином пространстве или плоскости. Данное обстоятельство активным образом отражено в дизайн-пространствах, организованных средствами русских национальных мотивов (и элементов). Наиболее ярко представлены интерьеры с золоченой мебелью и гобеленами на фоне деревянного сруба с винтажными канатами в стыках. Тот же сруб можно встретить в соотношении с натяжными потолками и помпезной люстрой в стиле екатерининского барокко (Рисунок 6). На фоне идеально обработанной гладкой стены зафиксированы небольшие (асимметрично расположенные) резные полочки с разнокалиберными глиняными крынками XIX века. Или на фоне гладкой стены выкрашенной синей краской (с винтажной обработкой) хаотически расположенными поддужными колокольчиками.



Рисунок 6 – Сочетание деревянного сруба с элементами барочной мебели в дизайне современного интерьера

Подобные архитектурные соотношения можно встретить в графическом дизайне. Множество буклетов, книжной продукции, визиток и презентационных документов наряду с современными тенденциями имеют древнерусские символы и орнаменты (например, дизайн общероссийского фонда «Новый Иерусалим», а также дизайн объединения Тамбовских иконописцев «Къ Свету»).

Таким образом, процесс встраивания элементов русской национальной художественной традиции в современные дизайнерские формы определяется как современная модная тенденция, как вектор развития дизайнерской мысли в ближайшей перспективе. Данное обстоятельство очевидным образом способно положительно повлиять на формирование духовно – нравственных качеств современной молодежи, которая зачастую принимает любые ценности через моду или актуальные динамические формы, что заложено в самой идее дизайна как системы художественного формообразования.

Список использованных источников

1. Астаев Х.М. Об актуальных проблемах средового дизайна // V Международный научный форум дизайнеров. Сборник материалов. – М, 2014. – 100 с.
2. Лавринова Н.Н. Визуализация культуры в современных условиях // XI Поленовские чтения: художественное творчество как фактор развития личности: м-лы Международной конференции – форума. Март 2020 / отв. Ред. М.В. Никольский. – Тамбов: Принт – Сервис, 2020. – 336 с.

УДК 68.003: Общие вопросы строительства

67.25.23: Реконструкция и восстановление городов и населённых мест

ПРОБЛЕМЫ СОХРАНЕНИЯ ИСТОРИЧЕСКОЙ ИДЕНТИЧНОСТИ ГОРОДСКОЙ СРЕДЫ ПРОВИНЦИАЛЬНЫХ ГОРОДОВ НА ПРИМЕРЕ Г. ТАМБОВА

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

Матвеева И.В.,

ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», к.т.н., доцент кафедры «Городское строительство и автомобильные дороги»

e-mail: times02@yandex.ru

Город Тамбов относится к провинциальным областным городам, в историческом центре которого до сих пор сохранилась малоэтажная застройка. Часть зданий является объектами культурного наследия (далее ОКН). В центральной части города преобладает квартальная застройка усадебного типа с высокой плотностью, имеющая низкий уровень благоустройства. Реконструкция этой части города ранее велась без комплексного плана – хаотично, без учета охранных зон объектов культурного наследия, без ограничения застройки по высоте. Это привело к тому, что современные многоэтажные здания оказывают неблагоприятное влияние на восприятие исторической застройки. Характерные примеры хаотичной застройки приведены на рис. 1. Видно, что вновь возведенные здания несоразмерны с существующей застройкой.

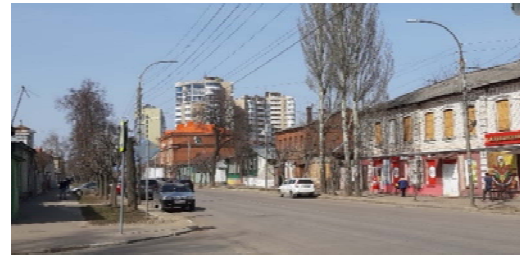


Рисунок 1 - Характерные примеры хаотичной застройки в центральной части г. Тамбова

Попытки сохранения деревянных зданий с облицовкой из кирпича осуществляются крайне редко. На рис. 3б показан пример подобных работ по сохранению облицовки из кирпича по главному фасаду бывшего дома городского головы Потапова в г.Тамбове по ул. Лермонтовской, 26. Деревянный сруб утрачен полностью, возникает необходимость воссоздания несущих конструкций из современных материалов. Такие конструктивные решения старых здания усложняют производство работ по приспособлению ОКН к современному использованию, увеличивают их стоимость, и, как итог, снижается привлекательность таких зданий для инвесторов, способных восстановить подобные здания и использовать их по новому назначению.

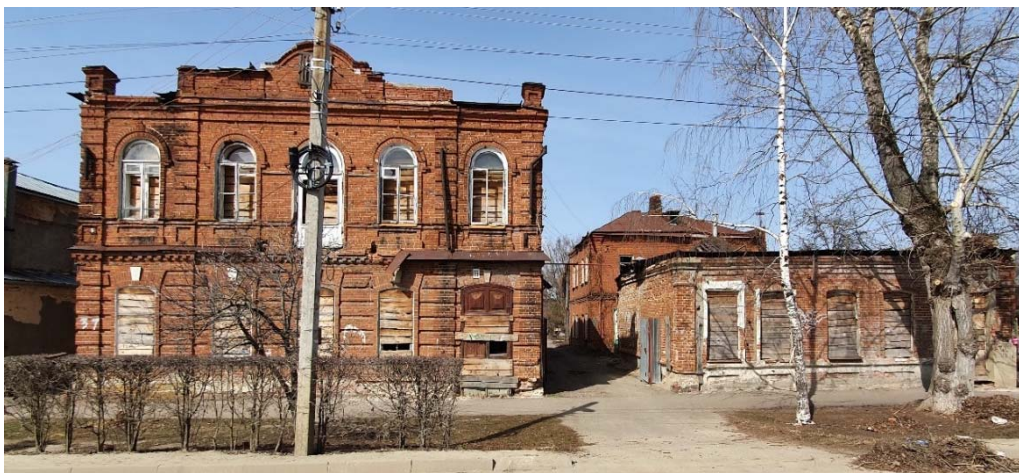
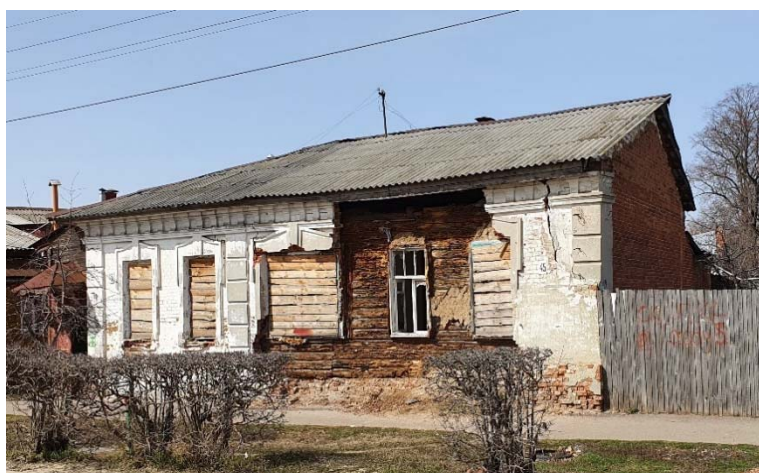


Рисунок 2 - Характерное состояние неэксплуатируемых многоквартирных жилых домов, являющихся объектами культурного наследия



а)



б)



Рисунок 3 - ОКН из деревянных срубов, обложенных кирпичом:
 а - характерное техническое состояние неэксплуатируемых жилых зданий;
 б – работы по сохранению внешнего облицовочного слоя из кирпича

Достаточно большое количество зданий с деревянными конструкциями, являющиеся ОКН, подвержены риску утраты в результате пожаров и ветхости. На рис. 4 показан пример деревянного здания, пострадавшего во время пожара. Для того, чтобы была возможность их воссоздания в случае утраты необходимо выполнять обмерные работы, фотофиксацию зданий и их элементов.



а) б)
Рисунок 4 - Дом жилой, кон. XIX века, расположенный по адресу: г. Тамбов, ул. Базарная/ул. Куйбышева, 136/76
а – до пожара (фото апрель 2015 г.); б - после пожара (фото октябрь 2019 г.)

Существенной проблемой при сохранении ОКН является также отсутствие их консервации в случае прекращения эксплуатации. На рис. 5 показан объект, в котором в 2014 году произошел пожар, пострадали конструкции крыши, чердачных перекрытий; часть здания расселена и на данный момент не эксплуатируется. В результате непроведения работ по консервации и, как следствие, воздействия внешней среды, особенно атмосферных осадков, произошло обрушение чердачных и междуэтажных перекрытий. Ранее часть здания была выкуплена частным лицом, проведены работы по приспособлению здания к современному использованию. В настоящее время именно эта часть находится в работоспособном состоянии и эксплуатируется в нормальном режиме. Приведенный пример свидетельствует о том, что сохранение ОКН напрямую зависит от своевременного проведения работ по реставрации, приспособлению ОКН к современному использованию или, по крайней мере, от своевременной и правильной консервации здания.



а) б)
Рисунок 5 - «Дом Веденикова» по адресу: г. Тамбов, ул. Интернациональная/Красная, д. 43/1:
а – часть здания, находящаяся в муниципальной собственности, б – часть здания, принадлежащая частному лицу

В настоящее время в реестре недвижимых объектов культурного наследия регионального значения Тамбова числится 202 здания-памятника, из них 106 зданий используется в качестве жилых. На настоящий момент 33 жилых многоквартирных дома признаны аварийными [1,2], а половина зданий имеют физический износ более 55% и находятся в неудовлетворительном техническом состоянии. Почти такое же состояние имеют объекты культурного наследия, эксплуатируемые по другому назначению.

Основной проблемой сохранения объектов культурного наследия является недостаточное финансирование или его полное отсутствие, так как собственниками зданий - объектов культурного наследия в большинстве случаев являются региональные и муниципальные органы власти. В настоящее время в РФ не существует каких-либо определенных законодательных актов, в которых бы указывались конкретные меры ответственности жителей дома-памятника за его ненадлежащее содержание и несвоевременное проведение в нем ремонтных работ. Затраты на проведение реставрационных работ весьма существенны, а рыночная стоимость квартир в них незначительна. При этих условиях вряд ли можно ожидать своевременного и качественного проведения хотя бы части ремонтных работ, направленных на сохранение здания-памятника, за счет жильцов дома. В этом случае государству необходимо обеспечить софинансирование таких работ. Кроме того, для проведения ремонтных работ на зданиях-

памятниках, а также для работ по технической эксплуатации, соответствующие организации должны иметь лицензии на осуществление деятельности по сохранению объектов культурного наследия, выдаваемые Министерством культуры РФ [3-4].

Говоря о комплексной реконструкции (реновации) кварталов с хаотичной застройкой, в которых присутствует большое количество объектов культурного наследия, можно сделать вывод, что в настоящее время нет однозначного решения данной проблемы. Преобладание экономического подхода в практике реновации центральной части Тамбова может привести к необратимым потерям в исторической застройке города. Необходимо иметь для каждого отдельного квартала различные сценарии реконструкции. В основе их должны лежать результаты анализа существующей градостроительной ситуации на основе мониторинга ее основных параметров (исторических, социальных, экологических и т.д.) с установлением их иерархии по отношению друг к другу и к экономическим факторам [5-9].

Для особо значимых объектов, сохранение которых необходимо, следует предусматривать их расселение и перевод затем в здания общественного назначения с последующим их приспособлением под современное использование. Возможна также продажа или сдача в долгосрочную аренду частным лицам с целью приспособления таких зданий под современное использование.

Список использованных источников

1. Серегин С.И. Оценка возможности сохранения жилых зданий г. Тамбова, имеющих статус недвижимых объектов культурного наследия / С.И. Серегин, А.А. Крюкова, В.И. Леденев // В сборнике: Актуальные проблемы городского строительства. Сборник трудов Всероссийской научно-технической конференции. Под редакцией А.В. Гречишкина. - 2020. - С.79-84.
2. Жабина А.С. Градостроительные, экологические, социальные и технические проблемы исторической застройки Тамбова и пути их решения /А.С. Жабина, С.И. Серегин, А.А. Крюкова, В.И. Леденев // В сборнике: Устойчивое развитие региона: архитектура, строительство, транспорт. Материалы 7-ой Международной научно-практической конференции Института архитектуры, строительства и транспорта ТГТУ. - 2020. – С. 129-132.
3. Леденев В.И. Проблемы и практика замены деревянных перекрытий при реставрации исторических кирпичных зданий / В.И. Леденев, И.С. Агапов // В сборнике: Устойчивое развитие региона: архитектура, строительство, транспорт. Материалы 6-ой Международной научно-практической конференции Института архитектуры, строительства и транспорта ТГТУ. - 2019. – С. 452-454.
4. Демин О.Б. О некоторых проблемах и методах приспособления объектов культурного наследия к современному использованию (на примере Тамбовской области) / О.Б. Демин, В.И. Копылов // В сборнике: Современная наука: теория, методология, практика. Материалы 2-ой Всероссийской (национальной) научно-практической конференции. - 2020. - С. 7-15.
5. Антонов А.И. Особенности эксплуатации кирпичных стен исторических зданий в условиях современной городской застройки / А.И. Антонов, Г.В. Карташова, А.С. Березенко // Фундаментальные и прикладные научные исследования: актуальные вопросы, достижения и инновации [Электронный ресурс]: Всероссийская заочная научно-практическая конференция. – Тамбов: Изд-во ФГБОУ ВО «ТГТУ». - 2017. - Вып.1.
6. Березенко А.С. Особенности и проблемы устройства вертикальной гидроизоляции фундаментов в исторических здания провинциальных городов / А.С. Березенко, О.А. Жоголева, В.И. Леденев // В сборнике: Актуальные проблемы городского строительства. Сборник трудов Всероссийской научно-технической конференции. Под редакцией А.В. Гречишкина. - 2019. - С.50-54.
7. Матвеева И.В. Учет конструктивных решений и технического состояния состояния кирпичных зданий исторической застройки Тамбова при ремонтах цокольной части наружных стен / И.В. Матвеева, А.А. Мартасова, Г.В. Карташова // В сборнике: Устойчивое развитие региона: архитектура, строительство, транспорт. Материалы 4-ой Международной научно-практической конференции Института архитектуры, строительства и транспорта ТГТУ. 2017. – С. 403-406.
8. Демин О.Б. Проведение экспресс-обследований – основная задача сохранения недвижимых памятников истории, культуры и архитектуры тамбовской области / О.Б. Демин, И.О. Демин // 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. 375-378.
9. Матвеева И.В. Анализ жилищного фонда г. Тамбова с позицией необходимости капитального ремонта / И.В. Матвеева, А.А. Беликова // В сборнике: Современные проблемы материаловедения. Сборник трудов 2-ой Всероссийской научно-технической конференции, посвященный 65-летию ЛГТУ. Липецк. - 2021. - С. 266-271.

УДК 721.012

67.07.03: Теория архитектуры. Архитектурные композиции

ТВОРЧЕСКИЕ ДОСТИЖЕНИЯ СОВЕТСКИХ АРХИТЕКТОРОВ В ПРОЕКТИРОВАНИИ И СТРОИТЕЛЬСТВЕ АДМИНИСТРАТИВНО-УПРАВЛЕНЧЕСКИХ ЗДАНИЙ ПОСЛЕДНЕГО ДЕСЯТИЛЕТИЯ СССР (1981-1991 ГГ.)

Куликов А.С.,

*ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет»,
профессор, заслуженный архитектор РСФСР,
профессор кафедры «Архитектура и строительство зданий»
e-mail: prokulikov@ya.ru*

Руденко Я.А.,

*ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», магистр,
e-mail: Yan-kin95@rambler.ru*

***Аннотация.** Изучена архитектура административно-управленческих зданий последнего десятилетия СССР 1981-1991 гг. На примерах характерных зданий этого времени определены основные черты, присущие архитектуре рассматриваемого периода. Исследованы работы архитекторов, чьи сооружения оказали наибольшее влияние на формирование образа здания власти. Выявлены характерные направления в проектировании административно-управленческих зданий последнего советского десятилетия. Установлено, что строительство новых монументальных административно-управленческих зданий, достигло высоких архитектурно-планировочных и композиционных качеств. Публикуемый материал даёт возможность увидеть и понять, что представляла собой архитектура этого исторического времени.*

***Ключевые слова.** Административное здание, Дом Правительства, Дом Советов, стремление вверх, образно-художественные приёмы, представительность, монументальность, парадность.*

Последние десятилетия XX века стали хотя и заключительным, но важным этапом в становлении творческих идей советской архитектуры. Ощущение грядущих перемен привело к поиску новых, более убедительных, образцов представительских общественных зданий, повышению требований к их художественным и функциональным качествам. Это стало заметно в начале 1980-х годов, когда были построены монументальные здания Дома правительства РСФСР и Дома правительства Дагестанской АССР.

Конечно, результаты плодотворной архитектурно – строительной деятельности второй половины 50-60 годов прошлого столетия очевидны, но общество стало предъявлять более высокие и сложные требования.

Именно для архитектуры этого времени характерно очевидное единство идей, взаимодействие функции, формы и технологии.

Новая архитектура зданий власти должна была обязательно взаимодействовать с окружающей городской средой, стать неотъемлемой градостроительной доминантой сформированного пространства. Уместно применить формулировку, характеризующую этот период: «Форму в архитектуре определяет контекст». Принципы рационализма не отвергнуты, но им требовалась новая ступень.

Если в 60-е годы архитектура была более - менее однородна, она характеризовалась типами зданий, например, для крупных административных объектов, требовались технологии и нормы классицистической традиции, то в 80-е однородность постепенно начинает сменяться многообразием форм. Эти признаки легко увидеть на примере крупных административных зданий. Сооружения избавляются от монотонности, которая была результатом массового строительства.

Крупное административное здание, которое находится на площади Дзержинского (ныне – Лубянка), было частично построено в ранние годы советской власти по проекту архитектора А. Щусева.

В 1983 - 1984 гг. здание приобрело окончательный облик. Нижние два этажа решены как массивный цоколь и облицованы серым гранитом, а верхние этажи получили светлую охристую отделку, и украшены пилястрами.

Архитектурная композиция имеет ярко выраженное симметричное решение, на его аттике размещены часы, в разных частях имеются медальоны и барельефы с советской символикой, на парапете для придания силуэта сооружены башенки, центр акцентирован глубокой лоджией. Это административное здание является мощной доминантой, которая расположилась в центре города и образовала большую

площадь. Как характерный элемент всех административных зданий, оно имеет внутренний двор. Это сооружение наглядно иллюстрирует, как изменилась архитектура 80-х по сравнению с 50-60-ми годами.



Рисунок 1 - Москва. Административное здание на площади Дзержинского.
Арх. А. Щусев 1983-1984 гг. Общий вид

Поиски нового языка архитектуры сопровождались внимательным изучением функции здания. Вместе с тем, современная культура ориентировала мастеров на поиски новых ярких образов и ассоциаций. Как следствие проектировались сложные формы, которые порой противоречили технологическому замыслу.

Преображённый неоклассицизм наиболее ярко проявился в строительстве административных сооружений, где представительность становится частью художественного образа.

В городе Москве, к началу 1981 г. было построено здание Дома Советов РСФСР (архитекторы: Д. Чечулин — руководитель, А. Афанасьев, В. Мазурин, П. Штеллер).



Рисунок 2 - Москва. Здание Дома Советов РСФСР. 1981 г.
Арх. Д. Чечулин, А. Афанасьев, В. Мазурин, П. Штеллер. Общий вид

Торжественная симметрия является характерной особенностью здания Совета Министров, которое выросло на Краснопресненской набережной Москвы-реки, неподалёку от комплекса СЭВ и гостиницы «Украина». Оно расположено на значительном расстоянии от окружающих его зданий, что обеспечивает целостность восприятия композиции.

Здание имеет симметричную пирамидальную структуру, составленную из трёх частей. Мощное основание с расходящимися пандусами и парадной лестницей поддерживает широкий семиэтажный корпус с боковыми крыльями. Над ними возвышается двенадцатиэтажный объём со скруглёнными торцами. Строгий ритм окон главного объёма прерывается на верхнем техническом этаже, там проёмы гораздо уже. Наружные стены сооружения облицованы гранитом и белым мрамором. Завершает здание небольшая башня с флагштоком, на котором закреплён государственный флаг. Следует отметить наличие двух внутренних двориков. Авторам удалось добиться впечатляющей представительности.

В центре Махачкалы на площади имени В. И. Ленина сооружён Дом Советов (архит. А. Алхазов, 1981 г.), в котором разместилось правительство Дагестанской АССР.



Рисунок 3 - Дагестан. Дом Советов. Арх. А. Алхазов. 1981 г. Общий вид

Здание имеет периметральную композицию и доминирующее положение в ансамбле площади, характеризуется симметричным объёмно-планировочным решением. Фасад здания выделяется глубоким трёхэтажным арочным портиком, над которым расположилась лоджия. Её покрывает выступающий карниз. Окна, прорезающие правую и левую части главного фасада, а также боковые стены, напоминает об архитектуре горного Дагестана. Фасад Дома Советов отражает парадность, официальность и внушает величие. Здание имеет просторный внутренний двор. Архитекторы смогли добиться визуального эффекта, отражающего представительность этого здания. Они применили современные образно-художественные приёмы, но также учли и местные традиции. Дом Советов обращён на главную площадь города, тем самым является градообразующей доминантой.

В центре Ярославля на Советской площади построено административное здание обкома КПСС (архитекторы Л. Малашонок, Л. Савина, В. Шестопалов, 1982 г.).

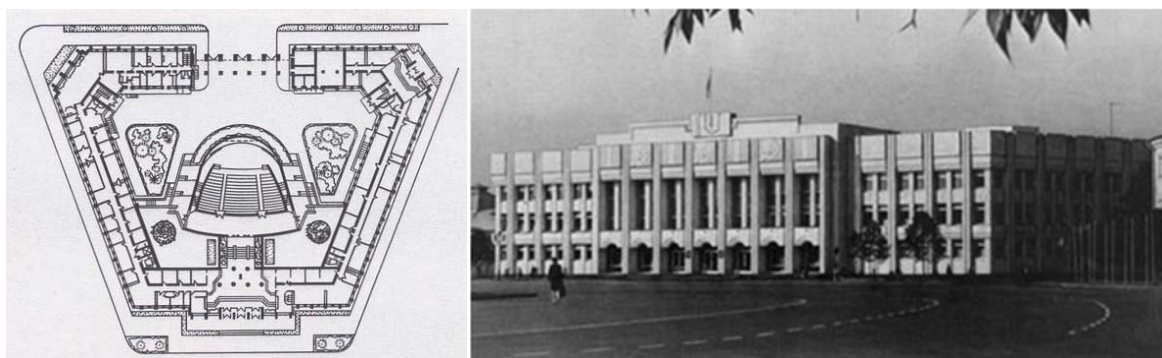


Рисунок 4 - Ярославль. Здание обкома КПСС.
Арх. Л. Малашонок, Л. Савина, В. Шестопалов 1982 г. План. Общий вид

Архитектура здания имеет осевой характер композиции. На фасаде прослеживается имитация каркасной структуры, массивных блоков. Они зажаты пилонами на уровне между первым и вторым этажами, а также на уровне парапета и придают сооружению массивность, объёмность, выпуклость. Использован приём утяжеления объёма кверху. Центральный корпус несколько выше других, что выделяет его, делает главным. Здание завершает плоская кровля с парапетом, на котором имеется флажок с государственным флагом. Планировочная структура – симметричная, она отчётливо прослеживается в структуре плана и закреплена главным входом. Здание имеет обширный внутренний двор. Своей тяжестью, массивностью и жёсткостью форм, фасад здания отражает основательность, величие и монументальность.

Во Владивостоке башня Приморского краевого Дома Советов решена иначе (архитекторы Е. Розанов, В. Шестопалов, Ю. Болдычев, 1982 г.). Здание представляет собой контрастную композицию фигур: горизонтальной в основании, доминирующей вертикальной. В нижней части расположились фойе, вестибюль и зал заседаний, выделенный в отдельный объём, а в верхней части – кабинеты. Облицовка выполнена из навесных керамзитобетонных панелей. Здание сдержано и монументально.



Рисунок 5 - Владивосток. Дом Советов.
Арх. Е. Розанов, В. Шестопапов, Ю. Болдычев, 1982 г. Общий вид

Дом Советов располагается на центральной площади Владивостока. Мощная доминирующая вертикаль этой композиции олицетворяет силу и могущество советской власти. Она устремляется высоко наверх, тем самым демонстрируя своё величие. Вертикаль завершает небольшой объём, на котором установлен флагшток с государственным флагом. Характерной особенностью Приморского Дома Советов является также наличие геральдики на фасаде.

Новые городские центры задают современный, более крупный масштабный строй, предоставляют возможность собрать большие массы людей на митинги и демонстрации. Таковыми являются площади в Перми, Калуге, Казани. На них доминирующими объектами являются административные здания. Все они отличаются чётким ритмом окон, пилонами, придающими рельефность, а также наличием геральдики и флагштока. Вместе эти элементы добавляют зданию представительность, делают понятной его функцию.

В центре Свердловска возле Городского пруда на территории площади имени 1905 года – традиционном месте проведения демонстраций и парадов, в 1984 г. построено стройное высотное здание Дома Советов. Проектирование здания выполнено московским архитектором из ЦНИИЭП зданий культуры, спорта и управления им. Мезенцева.

К административному зданию, которое размещено на просторной площадке, ведёт широкая каскадная лестница. Устремляясь вверх, здание является главной доминантой площади; оно не имеет главного фасада, смотрится как скульптура одинаково сильно со всех сторон. Чередующиеся глухие стены и жёсткая сетка оконных проёмов придают зданию монументальность.



Рисунок 6 - Свердловск. Дом Советов 1984 г. ЦНИИЭП. Общий вид

Оно построено из сборного железобетона и облицовано белым мрамором. Сочетание конструктивных и образно-художественных приёмов помогло придать зданию индивидуальность и представительность.

Важно отметить, что тем же институтом ЦНИИЭП в конце 70-х годов были начаты работы по поиску нового образа здания власти.

В 1979 году в центральной части города Тамбова было решено построить здание обкома КПСС. Проектирование осуществил авторский коллектив ЦНИИЭП им. Мезенцева. Строительство было начато в 1981 г. Один из авторов проекта – И. Михалёв – очень часто бывал в городе, согласовывая различные детали проекта. В результате кропотливой работы был получен интересный и своеобразный образ одного из главных объектов города. В нём визуальнo отделили нижний объём от верхнего, используя тёмное ленточное остекление. Вследствие этого здание стало выглядеть более воздушным. Верхний объём представлен рядом небольших оконных проёмов, которые заключены между карнизами. Они добавляют парадность. Выступающие пилоны нижней части здания придают объёмность оконным проёмам и визуальнo здание становится торжественнее.



Рисунок 7 - Тамбов. Дом Советов. 1981-1994 гг. Общий вид

Художественный образ здания, где в настоящее время размещается администрация Тамбовской области, имеет ярко выраженную представительность и бесспорную новизну.

В 1983 г. аналогичное здание было построено в г. Туле с некоторыми доработками (архитекторы Е. Лебедеико, В. Милашевский, И. Михалёв, Е. Розанов).



Рисунок 8 - Тула. Дом Советов.

Арх. Е. Лебедеико, В. Милашевский, И. Михалёв, Е. Розанов. 1983 г. Общий вид

Квадратный в плане объём сооружения заключает в себе обширный внутренний двор. Фасад представляет собой ритм вытянутых вверх оконных проёмов с пилонами. Верхние этажи Дома Советов нависают уступами, придавая массивность. Здание выглядит тяжеловесным и статичным по сравнению с тамбовским. Может быть это связано с тем, что его главный фасад обращён к площади Ленина.

Следует особо подчеркнуть, что в 70-80-е годы сформировались крупные профессиональные коллективы архитекторов в региональных проектных организациях и архитектурно-градостроительных службах, которые составили серьёзную конкуренцию столичным институтам. Такой крепкий коллектив сложился в городе Тамбове. В 1979 году им был выигран Всесоюзный конкурс с присуждением первой премии за проект планировки и застройки центра Тамбова. Результатом поисков нового образа административного здания стал проект здания горкома КПСС и горисполкома (Дом Советов) в городе Мичуринске Тамбовской области, разработанный в 1988 году тамбовскими архитекторами (авторы: А. Куликов, Н. Кретоич, С. Сибирцев и др.).

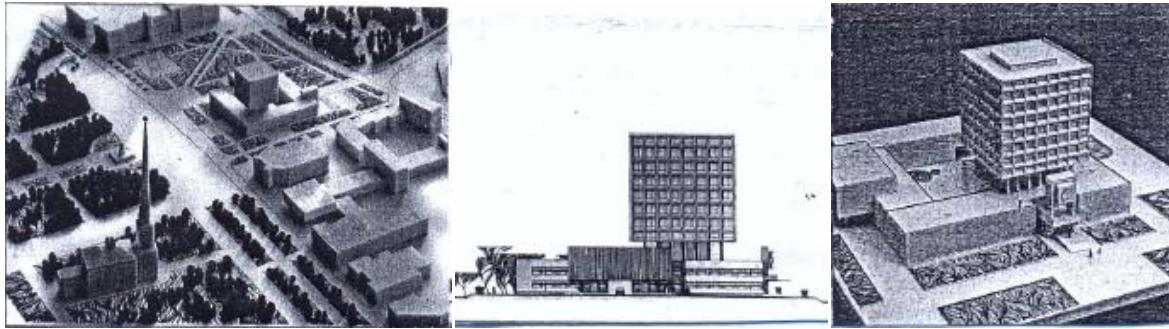


Рисунок 9 - Мичуринск. Проект Дома Советов.

Арх. А. Куликов, Н. Кретович, С. Сибирцев и др. 1988 г. Перспектива, фасад, общий вид

В 1985 году было построено здание Дома Правительства в Киргизской ССР (архитекторы У.Н. Алымкулов и Р. Мухамадиев).



Рисунок 10 - Киргизская ССР. Дом Правительства.

Арх. У.Н. Алымкулов и Р. Мухамадиев. 1985 г. Общий вид

Здание имеет 7 этажей, снаружи облицовано мрамором. Симметричный фасад представлен ритмом пилонов, поддерживающих мощный карниз, и почти квадратными оконными проёмами. Эти объёмные и художественные элементы придают Дому Правительства Киргизской ССР парадность и представительность. Карниз, который выступает над основным объёмом здания, выражает массивность и тяжесть. Таким образом, здание приобретает монументальность, властность и силу. Дом Правительства также имеет обширный внутренний двор.

В городах РСФСР строится много и других административных зданий, влияющих на формирование городского облика. Зримо проявляются яркие достижения советских архитекторов в области проектирования и строительства.

Анализ творческих достижений советских архитекторов в проектировании и строительстве административно-управленческих зданий последнего десятилетия СССР (1981-1991 гг.) выявил:

- влияние административно-управленческих зданий на «городскую ткань», образующую площади;
- усложнённость архитектурных форм;
- представительность фасадов;
- дальнейшее совершенствование симметричных композиций;
- частое применение «сильной» вертикальной доминанты;
- наличие геральдики на фасаде здания (но уже не всегда);
- наличие внутреннего двора;
- другие направления в поиске нового «коронного» образа здания;
- рост профессиональной и творческой самостоятельности региональных архитектурных школ.

В заключение следует отметить, что последнее десятилетие в творчестве советских архитекторов было плодотворным и ярким этапом. На территории СССР построили большое количество административных зданий, в которых разместились советские и партийные органы власти. Именно при их проектировании и строительстве была решена проблема образа (формы) и идейного содержания Дворцов народной власти.

Список использованных источников

1. Бусева-Давыдова И. Л., /Москва. Архитектурный путеводитель / Бусева-Давыдова И. Л., Нащокина М. В., Астафьева-Длугач М. И. — М.: Стройиздат, 1997. — 512 с.
2. Города России. Энциклопедия. — М., Большая Российская Энциклопедия, 1994. — 560 с.
3. Журавлев А.М. Архитектура Советской России./ Журавлев А.М., Иконников А.В., Рочегов А.Г. — М.: Стройиздат, 1987.-447 с.
4. Журнал «Архитектура СССР» / Стройиздат. Москва
5. Иконников А.В. Архитектура Москвы. XX век / Москва : Московский рабочий, 1984. — 222 с., ил.
6. Курбатов В.В. Советская архитектура: Книга для учителя - Москва: Просвещение, 1988 - 208 с.
7. Рябушин А. В., Шишкина И. В. Советская архитектура. М.: Стройиздат, 1984. — 216 с., ил.

УДК 712.2+728.8
ББК 85.113+85.118

ТИПОЛОГИЯ ПРИРОДНО-КУЛЬТУРНЫХ КОМПЛЕКСОВ ДВОРЯНСКИХ УСАДЬБ И ИХ ВЗАИМОСВЯЗЬ С ЛАНДШАФТНОЙ СТРУКТУРОЙ ТЕРРИТОРИИ ТАМБОВСКОГО РЕГИОНА

Старкова Т.В.

*ФГБОУВО «Тамбовский государственный технический университет», почетный архитектор России,
старший преподаватель кафедры «Архитектура и строительство зданий»
e-mail tstarkova1957@mail.ru*

На сегодняшний день в Российской Федерации наблюдается повышенный интерес археологов, историков, искусствоведов, архитекторов и других специалистов к бывшим дворянским усадебным комплексам. Это обусловлено необходимостью сохранения идентичности страны за счет сохранения реставрации и воссоздания памятников архитектуры и истории [1-14].

В направлении развития нашей страны отсутствует стройная политика управления и использования русских дворянских усадеб, как феномена культурного пространства России. Отмечаются факторы пренебрежения к их существованию, вследствие чего наблюдается утраты большинства дворянских усадеб, как усадебно-парковых и природно-культурных комплексов искусства и архитектуры, которые составляют картину повседневного пейзажа в тех районах, без которых немислим облик и восприятие региона, их уникальность и значимость для всей современной территории Центральной России, а значит и страны в целом.

Тамбовский край – неповторимый островок России, занимает часть русской земли в самом ее центре, где широкой полосой проходит междуречье Средней Оки и Верхнего Дона, расположен в северной и типичной лесостепи, границе лесостепи и леса Окско-Донской равнины. Главное природное богатство края, прежде всего это тучные, жирные черноземы и разнообразие природных условий, умеренный климат, немалое число лесов, степей, лугов и рек с изобилием зверя, птицы, рыбы, ягод, корней и сочных трав, манило сюда человека, заставляло жившее здесь население выбирать разные пути экономической и социальной адаптации к окружающей среде. Особую активность в заселении Тамбовского края внесла великая русская культура дворянского сословия прошлой России, которая сыграла огромную роль не только в усадебном строительстве, но и дальнейшем поддержании, и динамике развития усадеб, определяя весь культурный и духовный характер русской жизни.

Дворянские усадьбы в России возникли в XV в. в связи с раздачей земли военным людям – дворянам. Наиболее активно усадебная сеть России развивалась между 1762 г. (указ о вольности дворянства) и 1861 г. (отмена крепостного права). В середине XVIII в. благоприятное изменение государственной политики в отношении дворянства привело к росту числа усадеб в Тамбовской губернии и формированию их как типа поселения. Массовое же их строительство началось с воцарением Елизаветы Петровны, когда дворяне выделились в привилегированное сословие, сформировались структура и стилистика классической русской усадьбы, определились приемы организации её садов и парков. Правительства Елизаветы Петровны, Екатерины II, Павла I стали практиковать раздачу дворцовых владений своим вельможам. В период правления Екатерины II Тамбовщина становится не только центром крупного помещичьего землевладения, но и на длительное время остается хозяйственным, социально-административным и культурным центром. На территории края возникает и достигает наивысшего расцвета

большая часть усадеб дворян Потемкиных, Строгановых, Нарышкиных, Гагариных, Урусовых, Бенкендорфов, Кондоиди, Чичериных, Баратынских, Воронцовых-Дашковых, Загряжских и других. Во второй половине XVIII века принцип свободы, примененный Екатериной II, в освоении и цивилизации российских земель, обеспечил дворян юридически закрепленной земельной собственностью. Земельная собственность стала основой для развития уникального явления русской культуры – дворянских усадеб. Ознаменовались коренные изменения дворянских усадеб не только в хозяйственной деятельности, но и в подходах к обустройству архитектурного ансамбля и паркового окружения, культурно - составляющего единства с природным окружением [15].

В период рассвета усадеб Тамбовского края, наряду с усадьбами всей России, они представляли собой своего рода центры, которые распространяли европейскую культуру и технологии, и вместе с тем вбирали крестьянскую, обменивались новостями – и, в общем, вместе с городами, сформировали специфический каркас Европейской территории страны. Именно в этот период появляется теоретическое обоснование подходов к устройству усадьбы, ее идеальной модели.

Любая дворянская усадьба может рассматриваться как идеальная модель, включающая архитектурный ансамбль господского дома и парковое окружение – природный и усадебно-парковый ландшафтный комплекс, сельскохозяйственные и лесные угодья, сельские поселения.

И какое либо изменение предопределяло развитие всей прилегающей территории: усиливалась фрагментация территории, менялись очертания окружающих лесных массивов и сельхозугодий, поселений, увеличивалось разнообразие, появлялась новая инфраструктура. Под влиянием столичного опыта парки разбиваются, первоначально, во французском, затем в английском стиле. От усадьбы к проезжей дороге, так называемому «большаку» ведет аллея, которую обычно обсаживали липовыми деревьями. Для водоснабжения выкапывают колодцы или пруды, но для питья и приготовления пищи предпочитают использовать ключевую воду. Дворянские усадьбы приобретают новые черты, меняется их облик: появляются роскошные особняки, парки дополняются фруктовыми садами, внешний их вид становится более символически насыщенным.

Познавательный интерес к дворянским усадьбам и их обустройству возник в России еще на рубеже XVIII-XIX веков. Печатные труды, такие как «Новый и совершенный русский садовник...» и «Садоводство полное...», а также отдельные статьи XIX века, упоминающие описания отдельных владений и некоторых усадеб при путешествии А. Болотова по Тамбовской губернии, получили широкую известность и применение [16]. Печатные труды рассказывают об усадебной жизни и быте дворянства (Ф. Вигель, Ю Шамурин), даются рекомендации по устройству ландшафтных парков (К. Епанчин). Первые сведения об усадебных парках России обобщающего характера были упомянуты в фундаментальном труде 1916 года «Сады и парки». В своем труде по разработке методов и приемов «Российского натурального сада» А.Т. Болотов отмечает, что главным при создании индивидуального художественного облика усадебного комплекса и создания парка является использование местонахождения, рельефа, т.е. «натурной планировки». В своем труде он раскрывает художественные возможности включения в парк естественных лесных массивов, хвойных посадок. А также открытых полей и водных пространств. Вопросам строительства и организации усадеб посвящалось множество статей в журналах. В них давались типовые проекты и рекомендации: как оформить приусадебные дом и парк, какой интерьер в моде. Так что любой дворянин, исходя из своих возможностей и вкуса, мог выбрать для себя образец.

При исследовании отдельных дворянских усадеб Тамбовщины была поставлена задача, рассмотреть единство двух контекстов - природной и культурной составляющей, их уникальность и значимость для современных сельских и природных территорий.

Среди условий, влияющих на организацию и развитие конкретной дворянской усадьбы, дающее отличие их между собой и определяющим в большинстве случаев единство с природным окружением, является характер рельефа, как наиболее устойчивый компонент естественного ландшафта. При создании усадьбы под воздействием целенаправленной деятельности владельца изменяются многие компоненты природного комплекса, в том числе и рельеф [17-21].

При существовании нескольких типов рельефа (равнинный, холмистый, комбинированный), водных объектов (залив, озеро, река) и естественного окружения (лес, луга, пашни, смешанное окружение), чаще других выбираемых территорий под строительство тамбовских дворянских усадеб, происходило на равнинных, комбинированных, реке и смешанном окружении.

Используя характер рельефа, при взгляде на усадьбы губернии извне, архитектурный ансамбль, в большинстве случаев, доминирует над окружающим ландшафтом, подчиняя его себе. При этом объекты трех основных функциональных зон архитектурного ансамбля усадьбы: парадной, так называемой ядро, садово-парковой, хозяйственно-служебной решались в едином стиле, чтобы создать впечатление целостного художественного пространства. Согласованием связи архитектурных и природных объектов, делали архитектуру и природный ландшафт взаимопроницаемыми и взаимодополняющими. Согласование связи достигалось композиционными, колористическими и изобразительными приемами.

Тип рельефа – холмистый.

Усадьба Б.Н. Чичерина Караул раскинулась на холмистом высоком берегу Вороны. Высота холма составляет около 70 метров над уровнем реки. При создании усадьбы под воздействием целенаправленной деятельности владельца изменяются многие компоненты природного комплекса, даже рельеф (рисунок 1) [23].

Единый величественный ансамбль усадьбы: большое белое здание жилого дома, церковь, обширный парк в европейском вкусе с павильонами в готическом стиле, гротами, искусственными оврагами, фруктовый сад, теплицы, оранжереи, павильоны, стоял в верхней части выровненного склона реки Вороны. Аллеи парка: дубовая, вязовая, липовая, березовая, каштановая и сливовая, а также множество тропинок тянулись в пойму реки, где господский парк постепенно переходил в естественную рощу. Барский дом, выстроенный в английском вкусе по проекту архитектора Миллера, поражал воображение гостей своим величием и строгой торжественностью. Это был не дворец, а именно дом – двух-трехэтажный, мощный, удобный, уютный и лишенный чрезмерной помпезности и архитектурных излишеств. Он очень органично вписывался в окружающий пейзаж (рисунок 2).

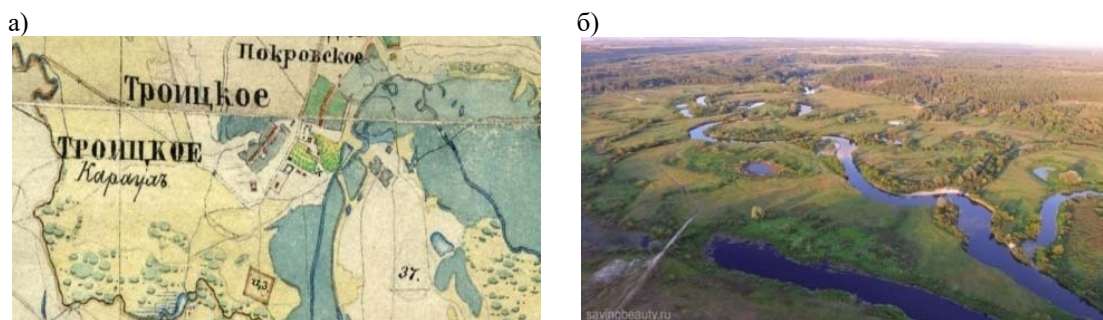


Рисунок 1 - Усадьба Караул: а) - карта. Начало XX в.; б) - вид с усадьбы Караул на р. Ворона

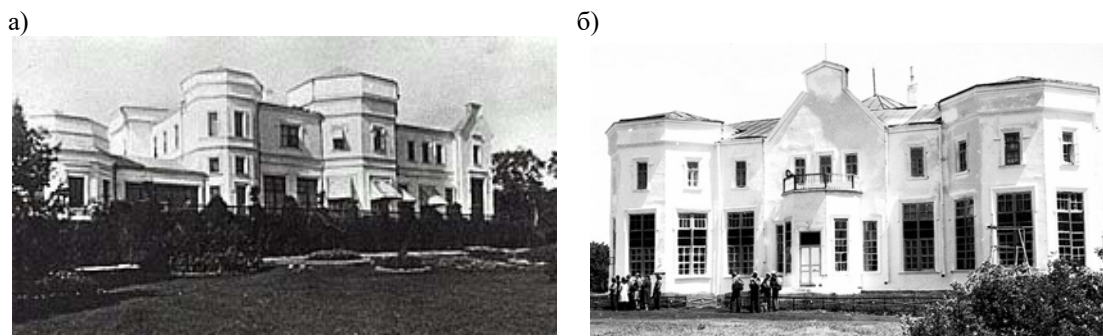


Рисунок 2 - Усадебный дом: а) - ю-в. Сторона; б) - ю-з сторона

Композиционной основой планировки усадьбы являлись две аллеи – липовая (въездная) и березовая, ведущая к церкви. В парке два фруктовых сада, разделенные сосновой аллеей. Также существовали дубовая, каштановая, вязовая, лиственная и сливовая аллеи. Дорожки были вымощены камнем. Часть парка, уходившая по склону к реке, была разбита в английском стиле, часть, возле дома и церкви - во французском. В парадной зоне парк был регулярным, а к востоку переходил в пейзажный, сливавшийся с лесом у реки. В хозяйственной части усадьбы был каретный или конный двор. Все хозяйственные корпуса усадьбы, барский дом и церковь были соединены между собой сложной системой подземных ходов. Имелся также отдельный ход с выходом к реке.

Тип рельефа – равнинный (степь, река)

Ивановка. Провинциальная дворянская усадьба, затерянная в степной части юга Тамбовской губернии и принадлежащая роду дворян Сатиных, ведущих свое происхождение от самого Рюрика. Имение возникло в пятидесятые годы XVII века на берегу речушки Вязовки, и было названо в честь своего основателя — Ивана Сатина.



Рисунок 3 – Усадьба Ивановка с высоты птичьего полета (современное фото)

В целом, равнинный рельеф, характерный для преобладающей части степной территории тамбовского края, удобен для расселения и любого вида хозяйственного освоения. Усадьба, являющаяся ядром деревни Ивановка, расположена по берегам прудов, образованными земляными плотинами, сооружениями поперек русла безымянного притока реки Вязовка, далее впадающей в реку Савала, где преобладают выщелочные типичные черноземы, луговые и пойменные почвы. Вокруг простирались бесконечные поля, сливавшиеся на горизонте с небом (рисунок 3). Вдали, на западе, виднелась колокольня приходской церкви, находящейся в пяти верстах от Ивановки, на севере – ветряная мельница, на востоке – бескрайние поля, с юга – небольшой осиновый лес. Вокруг, на протяжении многих верст эти осины и сад около дома усадьбы, были единственными деревьями среди полей, и поэтому этот осинник являлся единственным убежищем для зайцев, лис и даже забегавших иногда откуда – то волков. Птицы, вившие свои гнезда в саду и осиннике, наполняли воздух щебетом и пеньем [28].

К концу XIX века усадьба представляла собой крупный комплекс, состоящий из жилой части (дом, флигель) (рисунок 4), хозяйственной, насчитывавшей 24 строения; старого и молодого парков, огородов, ягодников. Гордостью Сатиных была сирень, высаженная по участку целыми островками и отдельными кустами среди садовых деревьев.

а)



б)



Рисунок 4 – Флигель А. Сатина: а) - современное фото; б) - фото начала XX в.

Красочный образ парка был создан многочисленными цветочными клумбами, цветущими декоративными кустарниками, розарием и различными породами деревьев (рисунок 5).

а)



б)



Рисунок 5 – Парк (а) и фрагмент особняка (б)

Водоемами в имении служили 3 больших и 4 малых пруда, речка Вязовка и несколько колодцев (рисунок 6).



Рисунок 6 – Фрагменты парка (а) и водной глади прудов (б)

С 1890 по 1917 год Ивановка теснейшим образом связана с именем композитора С.В. Рахманинова. Здесь, в имении своих родственников Сатиных, он много и плодотворно работал. Ивановка была для него, по его собственным словам, «милым сердцу и душе монастырем». Здесь, в благословенной тиши, талант Рахманинова созрел, вырос и достиг невиданных высот. Ивановка была для композитора единственным местом на свете, где он оставался один на один с природой. Темы произведений были высоко национальными и наполнены картинами русской природы. Здесь он много и с удовольствием занимался ведением хозяйства. Софья Сатина, родная сестра Натальи, жены Рахманинова, вспоминала: «Рахманинов, который раннее детство провел в совершенно другой обстановке, среди красот русского севера, сначала несколько тяготился кажущимся однообразием русских степей и полей. Но мало-помалу он полюбил безграничный простор и ширь полей, их чистый, несравнимый аромат и приволье. Он поне-много заинтересовался, а потом даже и сильно увлекся сельским хозяйством. Унаследовав от отца любовь к лошадям, он великолепно ездил верхом и любил объезжать молодых лошадей. Все свободные от занятий часы он проводил в поле среди крестьян, наблюдая за ходом работ. ... Стремясь улучшить хозяйство, он много средств тратил на улучшение инвентаря, пород скота и приведение в порядок внешнего вида усадьбы с ее большими садами и службами» [28].

В конце XIX века, память великого русского музыканта и композитора Сергея Рахманинова увековечена соотечественниками в музее его имени, который находится в селе Ивановка. Музей-усадьба воссоздан на руинах особняка А.А. Сатина. Восстановлены, по старым чертежам и схемам, усадебный парк и фруктовый сад. По старым снимкам возведены усадебный дом, хозяйственные постройки, кладовая, гараж. Архитектура ансамбля всех строений максимально приближена к оригиналу. Особняком стал флигель и садовый домик.

Тип рельефа – равнинный (граница степи и леса, реки и луга)

Нельзя не отметить еще одну из богатейших дворянских усадеб 2-й половины XIX века, раскинувшуюся в 130 километрах от Тамбова, на равнинной территории степи, на берегу главной тамбовской водной артерии реки Цны, на границе бескрайних степных просторов и дремучего цнинского леса, усадьбу графа Воронцова-Дашкова в селе Новотомниково (рис. 7).



Рисунок 7 - Карта с. Новотомниково 1850 г. (а) и план усадьбы В-Дашково 2015 г. (б)

Используя красоту местной природы, неповторимый здоровый климат и личную привязанность к Новотомниковской отцовской вотчине, видный государственный деятель, приближенный к императору, граф И.И. Воронцов-Дашков создал обширный комплекс жилых, хозяйственных и культурных построек, имеющих огромное историческое и архитектурное значение [27].

Архитектор Николай Владимирович Султанов, работавший над проектом графской усадьбы, тщательно продумал ее планировку. У въезда на территорию усадьбы с севера были возведены два пилона ворот с арочными нишами под фронтоном и проемами для прохода пешеходов. Дорога-улица, проложенная от них, делила территорию усадьбы на две части — восточную, где размещались прямоугольный парадный двор с парадным партером, большой барский дом, пруд, службы, парк и западную, которая охватывала главным образом усадебное хозяйство, включая скотный двор, конный завод и жилье для дворни.

Неповторимый характер рельефа, с его громадным лесом и заливными лугами, имеющими высококалорийное разнотравье, повышенную влажность и заболоченность, дал создание и развитие здесь коннозаводского комплекса с кирпичными корпусами конюшен, манежей и ипподромом, отвечающего самым современным тогда требованиям селекционной работы с лошадьми (рисунок 8).

Одновременно с заводом строилась и усадьба – въездные арки, обозначающие северные границы усадьбы, два одноэтажных барских дома, первые хозяйственные сооружения и жилища дворовых, на месте яблоневого сада усадебный парк, пруды, каменный мост и каменная церковь, в селе - рыночный комплекс, торговые ряды, несколько начальных школ, больница, фельдшерский пункт и многое другое.



Рисунок 8 – Фрагменты коннозаводского комплекса (а) и разнотравного пастбища (б)

Нарядные белые стены особняка, веранда с балконом, каменные лестницы двух господских жилых домов, выполненные Султановым, производят незабываемое впечатление уникальности архитектурного ансамбля дворянской усадьбы (рисунок 9)

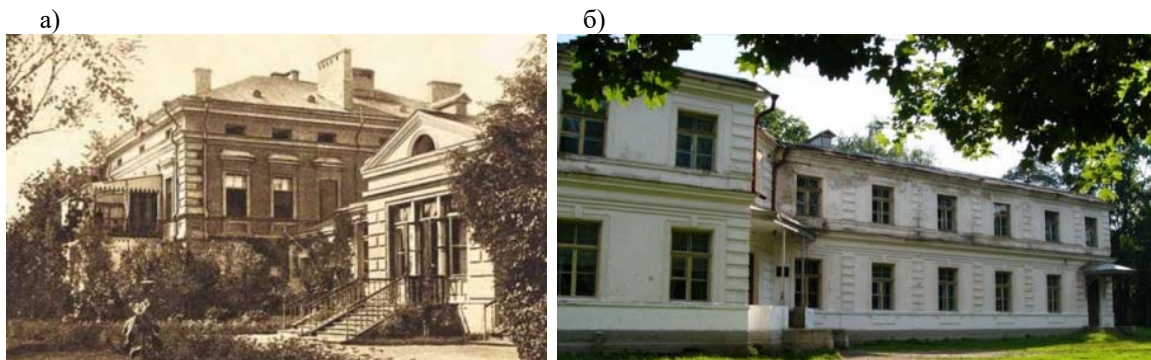


Рисунок 9 – Виды белокаменного господского особняка (архитектор Н.В. Султанов)

Архитектурной изюминкой усадебного комплекса, выдержанного в стиле позднего классицизма, стала Благовещенская церковь, выполненная по проекту архитектора Н.Султанова в неорусском стиле. Здание церкви, все детали которой выполнялись по подробнейшим чертежам автора проекта, возводилось не только как религиозное сооружение, но и как храм искусств (рисунок 10).

Неповторимое место в усадебном комплексе – графский парк, заложенный еще в XVIII веке на основе лесного массива сложной липо-дубравы на склоне долины и поймы реки Цны. Парк, занимающий площадь более 15 гектаров, разбит в прямоугольной форме с совмещением регулярного и пейзажного стилей ландшафтного строительства по проекту российского садовода и дендролога А.Э. Регеля. В парковых задумках усадьбы Воронцова – Дашкова все детали, даже самые сложные и диковинные,

должны были подчеркнуть красоту русской природы: где-то – слиться с ней воедино, где-то – выгодно сыграть на контрасте, а где-то – создать ощущения нерукотворности.

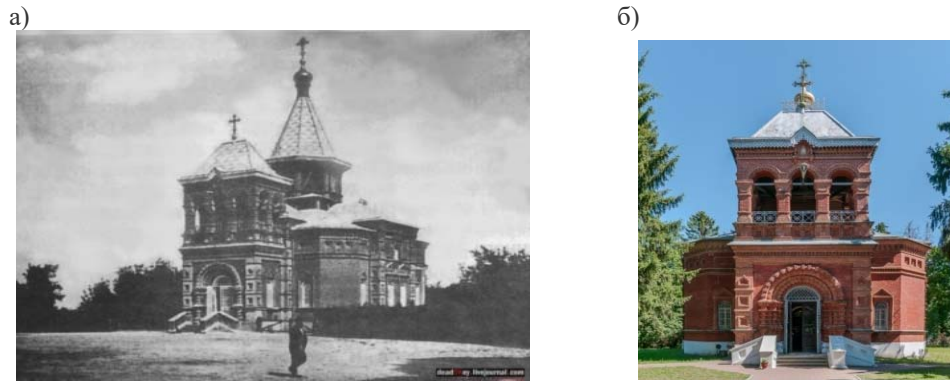


Рисунок 10 - Благовещенская церковь (архитектор Н.В. Султанов) 1890 г. (а) и 2018 г. (б)

Исключительной особенностью этого парка является расположение аллей и водных протоков в виде огромной схемы графского вензеля. С высоты птичьего полета рисунок аллей складывался в инициалы «ГВД» - граф Воронцов-Дашков. Парк состоит из верхней и нижней частей. По периметру парка идут аллеи из елей, лип, ивы белой. Верхняя часть парка - осветленная нагорная дубрава, с большим участием липы, ясеня, клена остролистного. Есть липовая аллея, а также несколько групп елей. Строго на восток от дворца идет просека, по которой можно спуститься в нижнюю часть парка. Здесь в основе планировки лежат светлые поляны и декоративные группы деревьев. Разная ориентация полян создает различную их освещенность, обрамляющие поляны деревья создают эффект «зеленых залов». С местными породами деревьев и кустарников - дубами, липами, бузиной и барбарисом, соседствуют могучие каштаны и лиственницы, а украшением ансамбля многие южные экзотические растения, вывезенные из Крыма. Каждый приезд членов царской фамилии и высокопоставленных чинов России отмечался посадкой нового дерева в большом, старинном парке Новотомниково. В любое время года роскошные куртины, пруды и система родников графского парка создавали необычно романтическую картину, но особая поэзия в ландшафтном пейзаже рифмовалась с «пышным увяданием» природы осеннего периода. Композиционные, изобразительные и колористические приемы делали архитектуру объектов усадьбы и природный ландшафт взаимопроникающими и взаимодополняющими.

Тип рельефа – равнинный смешанный (лесостепь, река, пашни).

Усадьба в селе Кариан-Знаменское (ныне Знаменка), являясь одной из лучших дворянских гнезд лесостепи Тамбовщины, расположилась в 37 верстах от города Тамбова в верховье реки Кариан на слиянии с рекой Цна. Усадьбу заложили еще в первой четверти XVIII века, и на протяжении почти трех столетий, переходя из рук в руки, усадьба пронесла эстафету эпох двух знатных родов дворян Загряжских и Строгановых [24].

Экосистема лесостепи позволила владельцам создать имение на возвышенности прибрежных территорий слияния двух рек Цны и Кариана: Цна перерезала северную лесистую часть, а Кариан делил имение на две части, тем самым включая живописность имения в композиционную связь водных артерий (рисунок 11).



Рисунок 11 - Карта имения дворян Загряжских и Строгановых

Живописность усадьбы хорошо просматривается не только в планировке центральной части территории барского дома, но и в рациональном хозяйстве, и их слиянии с лесным массивом с привычными для края породами – дуб, клен, липа, осина – охраняемая сторожами, для которых было построено 6 караульных домиков «отличной архитектуры». Часть лесного массива послужила основой для создания великолепного усадебного парка с липовыми и березовыми аллеями и цветниками. В теплицах и оранжереях содержались декоративные пальмовидные растения, лимонные, померанцевые и лавровые деревья. Фруктовые оранжереи обеспечивали имение персиками, абрикосами и виноградом.

В имение графа П.С. Строганова входили: главная усадьба владельцев с домом изданием Знаменской церкви, сад-парк, оранжереи и теплицы, службы вотчинного управления, рысистый завод, скотная, птичья ферма, мастерские, пожарная команда, аптека, приемный покой с доктором и фельдшером, богадельня и церковно-приходская школа. Следуя закономерностям ландшафтной застройки, граф устроил в парке искусственный пруд.

Усадьба, на редкость нарядная, состояла из прекрасного барского дома: чудесный двухэтажный особняк, к главному входу которого вела центральная липовая аллея и соединялась с ажурным мостом через реку Цна и парка, переходящего в поросли ив, полный цветущих и плодоносящих кустарников и деревьев (12). За ивами открывалось поле, а за полем виднелись силуэты деревенских домов. Главный въезд в усадьбу украшался пышными цветниками и куртинами.

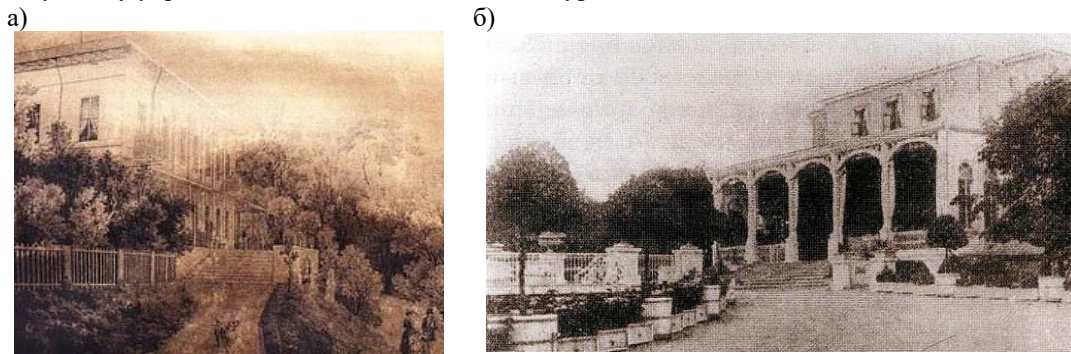


Рисунок 12 – Главный особняк усадьбы Строгановых со стороны главного входа (а) и партера (б)

За усадебным домом находился розарий с тремя клумбами, соединенными лучевыми тропинками. Газоны, украшенные малыми художественными скульптурами и вазонами, были ограничены по периметру широкой дорожкой. Партер со стороны Знаменской церкви начинался от мраморной широкой лестницы. Справа и слева от лестницы на тумбах стояли мраморные вазоны и в симметрическом порядке кадки с экзотическими деревьями, которые в зимний период находились в оранжереях, росли величественные сосны-экзоты, а периметр партера обозначали лиственные породы деревьев.

В начале XX столетия усадьба Строганова представляла собой высокоразвитое образцовое хозяйство и значительный центр провинциальной культуры, а старинный парк являлся уникальным природным явлением. В апреле месяце каждого года здесь распускались и до сегодняшнего времени распускаются миллионы цветков пролески сибирской, образуя огромный живой ковер дивной красоты (рисунок 13).



Рисунок 13- Живой ковер пролески сибирской в парке усадьбы Строгановых

Тип рельефа – комбинированный

В начале XIX в. выбор места для постройки нового дома усадьбы Боратынских в урочище, называемом Мара, не был случаен. Сложный, живописный рельеф местности: пологий береговой склон реки Вяжли, глубокий протяженный овраг с прихотливо изгибающимися контурами, прозрачный ручей,

смешанный лес, холмы и маленькие возвышенности положило начало особому миру обустроенного в соответствии со вкусами, интересами и возможностями владельца. Усадебный комплекс Мары состоял из деревянного барского дома, Вознесенской церкви (рис. 14), летнего каменного павильона «Грот» псевдоготических форм, хозяйственных построек; многоярусного парка с прудами, мостиками, каскадами, беседками и затейливыми тропами на родниковой речке Маре, фруктового сада, ягодников и розария. На въезде в усадьбу Боратынских стояли два столба в виде обелисков с изображением герба. Въездная дорога вела через лужайку, в конце которой начиналась аллея, ведущая к дому. Слева от въездной аллеи – уголок усадебного парка. Справа – березовая роща.

Центром усадьбы был одноэтажный барский дом в 15 комнат с просторным мезонином, центральным каменным балконом в колоннах, оранжереей (рис. 15). К жилому дому примыкали насаженный липовый парк, с прижившимися южными растениями, розарий, изобилие цветников, фруктовый сад, ягодники. Композиция была симметричной, осевой. Даже цветники перед окнами – и те располагались строго с учетом геометрических соотношений.

Чудесный памятник старины – грот стал летней резиденцией семьи Боратынских. Здание грота, фасад которого напоминал старинный средневековый замок, находилось на краю оврага, в дубовом смешанном лесу. На всех этажах грота стеклянные окна и двери кверху конусом и в конусе застеклены разноцветными стеклами, освещение через которые внутри здания передавало отпечаток какой-то «волшебной таинственности». На другой стороне оврага – для симметрии – была выстроена из красного кирпича башня с воротами готического вида (рисунок 16).

Расположившиеся в овраге, помимо грота, в ландшафт естественно вписывались пруды, каскады, беседки. Возле источника прозрачного ручья возвышалась изящной архитектуры купальня в виде готической башни, к которой вел мост.

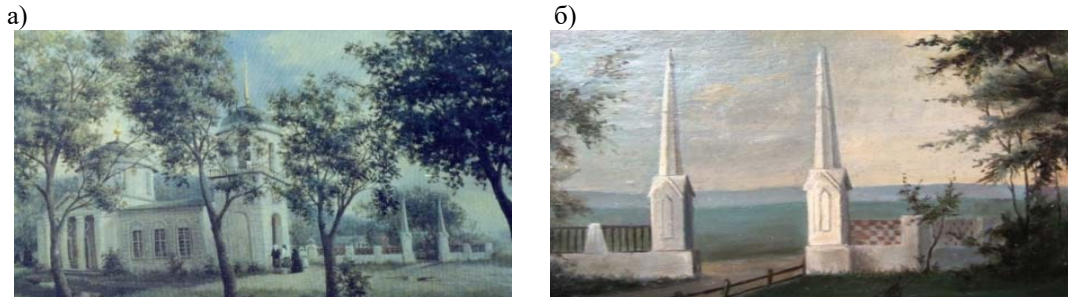


Рисунок 14 – Вознесенская церковь (а) и въезд в усадьбу Мара (б)

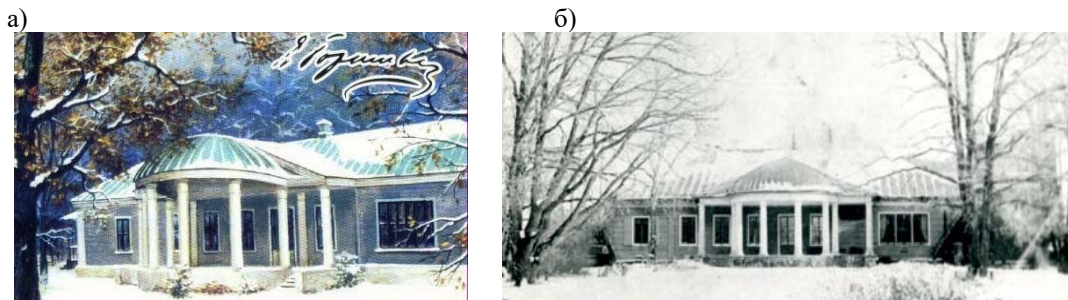


Рисунок 15 - Одноэтажный дом усадьбы Мара (а), фото М.А. Боратынского начало XX в. (б)

В семейные праздники по лесу развешивались разноцветные фонари и зажигались бенгальские огни, что придавало всей местности фантастический вид. Вся жизнь семейства в лесу представляла что – то волшебное. Миру поэта Боратынского, в стихах которого тема Родины, очень часто сосредоточивается в образе отеческого дома – надежного пристанища всех нравственных ценностей, символа незыблемых жизненных устоев «где сладкий шепот моих лесов? Потоков ропот, цветы лугов?...».

Для наиболее полного представления о двуединстве контекста природной и культурной составляющей рассмотрены наиболее известные дворянские усадьбы Тамбовского региона. Используются данные их описания из различных картографических, научных, историко-архивных источников информации.

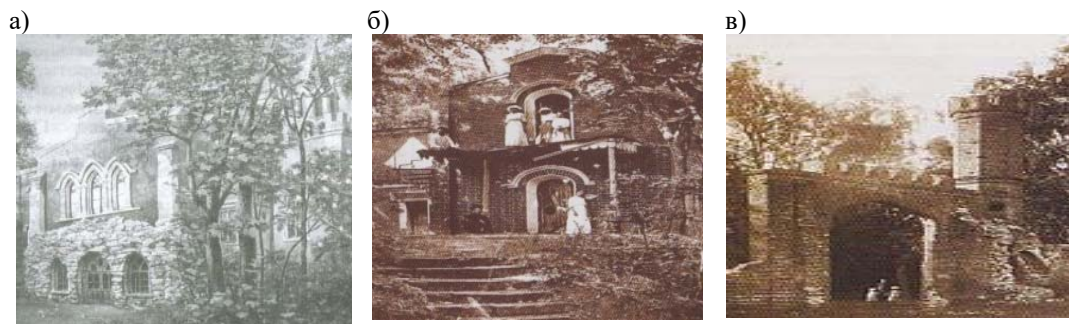


Рисунок 16 – Грот (а), ворота (б) и башня (в) усадебного парка усадьбы Мара начала XX века

Анализ выше указанного исследования показал, что наибольшее количество дворянских усадеб Тамбовской губернии создавалось на приречных территориях комбинированном или равнинном рельефе. И для создания регулярных и ландшафтных парковых композиций выбирались участки со смешенным рельефом, равнинной территории и склонами, пространственную основу которых, в большинстве случаев, составляли лесные массивы и луга.

Рельеф, водная система и зеленый массив выбранного участка под строительство усадебного комплекса, как правило, подвергалось изменениям: масштабные земляные работы для создания запруд на реках и ручьях и устройству прудов и протоков, с помощью многочисленных посадок формировался зеленый массив леса, парка.

Выявлены общности композиционно-планировочной структуры усадебных хозяйств, взаимосвязи размещения усадебных комплексов с окружающим ландшафтом, адаптации и устойчивости пород-интродуцентов (интродукция - целенаправленная деятельность человека по переносу в какую-либо местность видов и сортов растений, ранее здесь не произраставших).

Художественно-эстетическую задачу создания удобной и красивой усадьбы в пределах одного регионального местоположения и влияния климатических факторов решают общие структурные черты, накладывающие сходные отпечатки на функциональную структуру и развитие природно-культурных ландшафтов. Например, в результате исследования были определены пять базовых составляющих усадебного садово-паркового комплекса: регулярный и ландшафтный парки, фруктовый сад, сад-парк, лесопарк, также характерные элементы парков ландшафтной архитектура природно-культурных комплексов дворянских усадеб: тенистые аллеи, бурные ручьи и водопады с широкими зеркалами рек, прудов и озерами, большие поляны, открывающие пространства для солнечных лучей, переходящими на луговые просторы. Элементы тропино-дорожной сети усадебного комплекса: аллеи, дороги, прогулочные дорожки и маршруты, имели различные назначения - въездная, центральная, соединительная, пограничная, разделяющая жестко связанные с посадками деревьев различных пород.

Список использованных источников

1. 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.
2. 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.
3. 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.
4. 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.
5. Родина Е.В., Мальцева И.Н., Каганович Н.Н., Ведищева Ю.С., Елохов А.Е., Мальцева К.В., Матвеева И.В., Монастырев П.В., Сергеева А.А., Шароварова Е.П. Эко-концептуальная

- архитектура: учебное пособие / под общ. ред. Е.В. Родиной и И.Н. Мальцевой. – Екатеринбург: ООО «Типография «Аграф», 2019 – 175 с.
6. Старкова Т.В., Мищенко Е.С., Монастырев П.В. Повышение качества подготовки архитекторов за счет привлечения студентов к решению социально-экономических задач региона // Современная наука: теория, методология, практика: Материалы 2-й всероссийской (национальной) научно-практической конференции, 28-29 мая 2020г. / ФГБОУ ВО "Тамбовский государственный технический университет". – Тамбов, Изд-во ИП Чеснокова А.В., 2020. – С.238-274.
 7. Старкова Т.В., Монастырев П.В. Музыка в архитектуре и душе человека // В сборнике: Устойчивое развитие региона: архитектура, строительство, транспорт. Материалы VII-ой Международной научно-практической конференции. 2020. С. 97-100.
 8. Elena S. Mishchenko, Pavel V. Monastirev, Oleg V. Evdokimtsev, Taisiya V. Starkova. Creative competitions as a tool for improving the quality of architects' training // 21st General Assembly of the International Experts and Symposium Heritage as a Builder of Peace. Florence (Italy), Fondazione Romualdo Del Bianco Istituto Internazionale Life Beyond Tourism, 2019, P.192-196.
 9. Monastirev, P., Mischenko, E., Kuznetsova, N. Problems of Integration of Cultural Heritage Objects with Architectural and Historical Environment of the City. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, 2018, 463(3), 032045.
 10. 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, 2018, 18(6.4), Pages 653–660.
 11. Natalia Kuznetsova, Elena Mishchenko, Pavel Monastirev Integration of Cultural Heritage Objects with the Urban Environment of the Historic City Center // 20th General Assembly of the International Experts. Florence (Italy), Fondazione Romualdo Del Bianco Istituto Internazionale Life Beyond Tourism, 2018, P.325-328.
 12. Pakhomova, E.G., Jezersky, V.A., Monastirev, P.V., Kuznetsova, N.V. The choice of aversion of the project proposal on restoration of the cultural heritage property on the basis of multicriteria comparative analysis. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, 2020, 789(1), 012048.
 13. Pavel V. Monastirev, Elena S. Mishchenko, Natalia V. Kuznetsova, Natalia S. Koryavina. Rationale for restoration effects and conservation of architectural and Historical Heritage // 21st General Assembly of the International Experts and Symposium Heritage as a Builder of Peace. Florence (Italy), Fondazione Romualdo Del Bianco Istituto Internazionale Life Beyond Tourism, 2019, P.347-352.
 14. Pavel V. Monastirev, Elena S. Mishchenko, Natalia V. Kuznetsova, Anastasia I. Bezzina. Manor Complexes as Points of Routes of the Architectural and Cognitive Tourism of the Tambov Region // Proceedings of the Scientific Symposium Building Peace through Heritage - World Forum to Change through Dialogue. Florence, 13-15 March 2020, P.333-336.
 15. Бахтина, И.К. Единство культурного и природного ландшафтов в подмосковных усадьбах конца XVIII начала XIX века. / И.К. Бахтина. – Русская усадьба: Сборник Общества изучения русской усадьбы (ОИРУ). Вып. 10 (26). – М.: Жираф, 2004. – С. 32-44.
 16. Болотов, А.Т. Жизнь и приключения Андрея Болотова, описание самим им для своих потомков. / А.Т. Болотов. – СПб. 1872.
 17. Борсуков, О.А. Рельеф в планировке русских усадеб. / О.А. Борсуков, В.В. Грищенко. – Русская усадьба: Сборник Общества изучения русской усадьбы (ОИРУ). Вып. 10 (26). – М.: Жираф, 2004. – С. 44-51.
 18. Вергунов, А. П. Садово-парковое искусство России (от истоков до нач. XX в.) / А. П. Вергунов, В. А. Горохов. – М. : Культура, 1996. – 430 с. : ил
 19. Государственный архив Тамбовской области (ГАТО). Ф.161. Оп. 1. Д.7262. Л.1.
 20. Государственные памятники природы Тамбовской области. Каталог. 2-е изд. – Тамбов. 1989.
 21. Гусева, С.Е. Типология планировочных структур ландшафтно-рекреационного комплекса сельской дворянской усадьбы XVIII –IXX веков. / С.Е. Гусева. // Известия ВУЗов. – 2007. - № 12 – С. 72-76.
 22. Исаченко А.Г. О двух трактовках понятия «культурный ландшафт». / А.Г. Исаченко. // Известия Русского географического общества. – 2003. Т. 135, вып. 1 – С. 5-16.
 23. Квасова, Т.А. Караул. Усадьба Чичериных. / Т.А. Квасова. // Русские провинциальные усадьбы. – Воронеж. 2001.
 24. Комягина, Е.В. Знаменская усадьба. / Е.В. Комягина. // Русские провинциальные усадьбы. – Воронеж. 2001.
 25. Кученкова, В.А. Усадьбы Тамбовской губернии. / В.А. Кученкова. – Тамбов: ОАО «Тамбовская типография «Пролетарский светоч». – 2010.

26. Городнова, Л.Е. Смысловый континуум понятия «Усадьба». /Л.Е. Городнова.- 2010. № 2 (17).
Электронный ресурс. – режим доступа: <http://www.anaiicu://>
27. Усадьба Новотомниково Воронцовых-Дашковых.
URL:<https://deadokey.livejoaurnl.com/174813.html>
28. Музей усадьба С.В. Рахманинова. Ивановка. URL:<http://zhais.ru/R-tambov-ivanovka1.htm>

УДК 726

67.07.29 Памятники архитектуры. Мемориальные комплексы

ОСОБЕННОСТИ ВОЗНИКНОВЕНИЯ И СТРОИТЕЛЬСТВА ГОСТИНЫХ ДВОРОВ И ТОРГОВЫХ РЯДОВ

Власова О.В.,

*ФГБОУ ВО, «Тамбовский государственный технический университет», магистрант,
e-mail: olvasova96@yandex.ru*

Аннотация. В статье рассматриваются особенности возникновения и строительства гостиных дворов и торговых рядов в городах России, а также в период их развития, связанный с градостроительными преобразованиями эпохи классицизма, анализируется типология, стилистические особенности и функциональное назначение зданий. Отдельное внимание в исследовании уделено выявлению зависимости формирования городской застройки от особенностей архитектурной практики того времени, реальных потребностей и предшествующего развития городских общественных центров.

Архитектурный тип зданий, послуживший примером гостиных дворов в России известен со времен Древнего Востока как «месопотамский дом», который состоял из помещений с глухими внешними стенами, формируемыми вокруг прямоугольного двора. Во двор они открывались рядами аркад и колоннад [1]. Гостиные дворы по своей структуре очень напоминают караван-сарай, постоянные дворы, дворцы для торговых караванов. Эти здания состояли из жилых ячеек и складских помещений, формируемых вокруг открытого двора, где располагался источник воды. В Древней Греции также существовали похожие комплексы, которые назывались эмпории. Они представляли собой открытую площадь за городскими стенами, по периметру которой располагались складские и жилые здания, а также конторы для совершения сделок [1].

Ранние гостиные дворы представляли собой укрепленные замкнутые крепости и строились, как правило, вне стен кремля [1, 2]. Это было определено тем, что позволяло контролировать торговый процесс, пресекая запрещенную розничную торговлю среди иноземных купцов и защищая интересы местного купечества. А также, подобная пространственная организация позволяла уберечь и товары самих купцов. Среди сохранившихся гостиных дворов подобного типа можно назвать Тобольский и, не смотря на сильную перестройку и утрату части корпусов, Архангельский. (рисунок 1).



Рисунок 1 – Архангельск. Гостиный двор XVII в.

Новое развитие гостиные дворы получили в конце XVIII – нач. XIX в. [3]. Такие здания строились в крупных городах. Здания с лавками, выходящими на улицу, объединенные проходной галереей,

аркадой или колоннадой. В них также была розничная торговля как местными, так и приезжими купцами, а жилые помещения были ликвидированы. Сохранена характерная замкнутая структура в плане, однако встречаются исключения. Это Гостиный двор в Пушкине, Гостиный двор в Красноярске (рисунок 2-4). Не все ячеистые торговые здания с замкнутой структурой назывались гостиными дворами, например, в Петербурге существует ряд зданий, которые, несмотря на свою форму, называются рынками и торговые рядами. К ним относятся Никольские ряды, Ямской рынок, Круглый рынок и другие [4]. Следовательно, можно сказать, что гостиним двором, до сер. XIX в., называлось главное торговое здания города.



Рисунок 2 – Гостиный двор в Пушкине (Царское село)

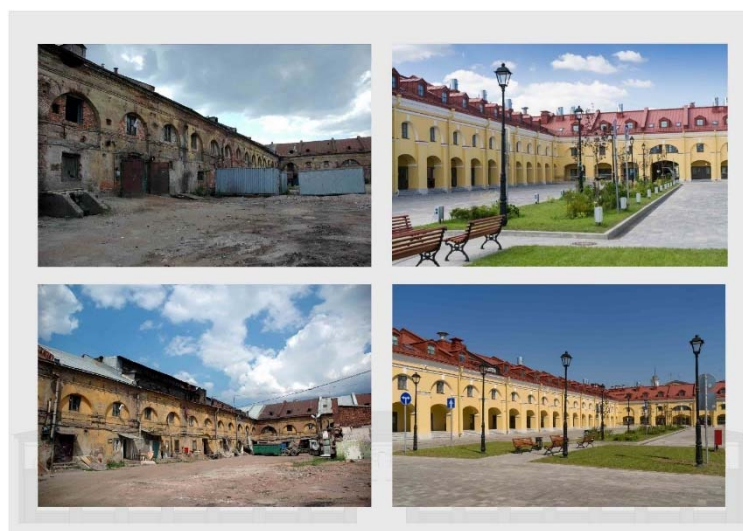


Рисунок 3 – Никольские ряды в Санкт-Петербурге

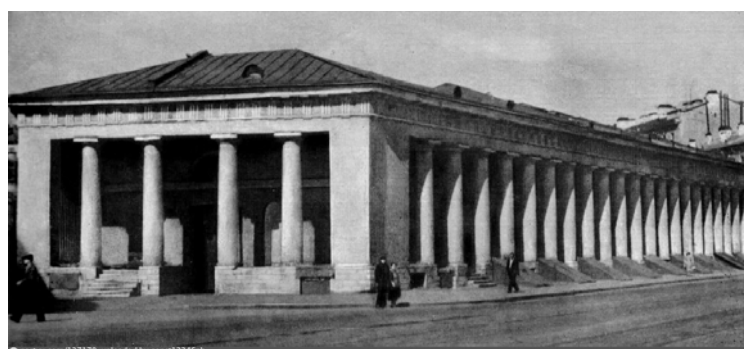


Рисунок 4 – Ямской рынок в Санкт-Петербурге

Помимо одиночных торговых зданий, встречались ансамбли. Например, комплекс Большого Гостиного двора в Санкт-Петербурге состоит из двух замкнутых колец корпусов и здания Комитета

Управления. Оба кольца построены в разных архитектурных стилях. Если внешнее кольцо является примером раннего классицизма [1, 5, 6], то внутреннее выстроено в формах эклектики. Другой крупный ансамбль – комплекс зданий гостиного двора в Калуге, состоит из 14 корпусов, выполненных в русской готике (псевдоготике).

До середины XIX в. торговые ряды являлись основным типом торгового здания в России. Как и гостиные дворы, они состояли из одной постройки или же объединялись в комплекс. Но в торговых рядах велась только розничная торговля и до 1785 г. местным купцам запрещалось держать мелочные лавки в своих домах [7]. Отличительной особенностью торговых рядов было то, что в каждом ряду (или как их иногда называли «линии») торговали одним видом товара, по которому ряд и получал название. Такие торговые ряды были широко распространены по всей России, как в крупных, так и в малых городах [8]. Пожары повлияли сделать выбор в пользу каменных зданий, которые и сохранились до нашего времени [3].

Торговые ряды активно строились до середины XIX в., пока их не вытеснили другие, более современные типы зданий, они имеют достаточно длительную историю, за которую успели сменить несколько стилевых направлений [4, 9]. Поэтому классификацию этих зданий можно вести по двум направлениям: стилевым и объемно-планировочным. По стилевым характеристикам ячеистые здания делятся следующим образом:

- деревянная архитектура: XII-XVII в. (не сохранились);
- русский стиль, крепостная архитектура (XVII-кон. XVIII): Гостиный двор в Тобольске;
- классицизм (кон. XVIII-XIX в.): Торговые ряды в Костроме, Большой Гостиный двор в Санкт-Петербурге, Никольские ряды в Санкт-Петербурге, Торговые ряды в Суздале;
- эклектика (кон. XIX в.): Гостиный двор в Ейске, Гостиный двор в Казани, Гостиный двор в Уфе, Гостиный двор в Калуге, торговые ряды в г. Клин, торговые ряды в Туле.

По объемно-планировочным характеристикам ячеистые торговые здания можно подразделить на: торговые ряды, которые могли быть в плане линейными, полузамкнутыми и замкнутыми, и гостиные дворы, которые могли быть в плане полузамкнутыми и замкнутыми.

Торговые ряды и гостиные дворы за границей отличались от построек в России. Во-первых, сами лавки были больше, а во-вторых, во многих ситуациях фасадная застройка, при которой на улицу выходил короткий торцевой фасад, предполагала развитие здания вглубь квартала.

В Венеции существует два дворца, которые выполняют роль торговых подворий для приезжих купцов: Фондако-деи-Тедески (Немецкий двор), Фондако-деи-Турке (Турецкий двор). Эти здания имеют замкнутую планировочную структуру с внутренним двором, также как и гостиные дворы в России (рисунок 5-6).

Для современного использования к дворцам были применены два разных подхода: с внесением современных конструктивных элементов (купол перекрытия) и без них. Турецкий двор сейчас используется в качестве музея естественной истории, его внутреннее пространство осталось открытым. Последняя крупная реставрация этого дворца проходила во второй половине XIX в.

а)



б)



Рисунок 5 – Фондако-деи-Турке (Турецкий двор) в Венеции: а) – вид реставрации; б) – вид после реставрации во второй половине XIX в.

В Фондако-деи-Тедески в 2016 г. была проведена реконструкция под руководством Рема Колхаса и его архитектурного бюро ОМА [10]. Здание было использовано под торговый центр, внутренний двор перекрыт, а на крыше существует смотровая площадка. Несмотря на такой современный подход к реконструкции этого здания, работы проведены достаточно аккуратно и стеклянный купол не нарушает

сложившихся панорам города, по возможности не затронут исторический каркас здания, а также в центре атриума сохранен старинный венецианский колодец.

а)

б)

DEMOLITION (YELLOW) AND RECONSTRUCTION (RED) SINCE 1980
Ground floor

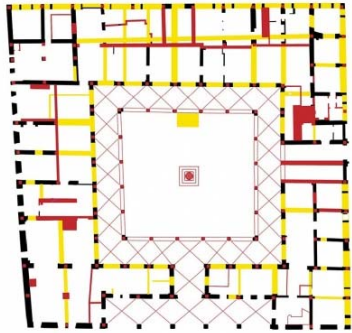


Рисунок 6 – Фондако-деи-Тедески (Немецкий двор) в Венеции а) – планировка; б) – вид после реставрации, фасад

Гостиный двор в городе Тамбове, который является объектом культурного наследия федерального наследия [11] был построен в XIX веке — по образцу петербургского Гостиного двора (рисунок 7). До этого здесь находилось старое деревянное здание конца XVIII века — оно сильно обветшало и несколько раз горело. В плане Гостиный двор имеет полузамкнутое пространство, стилевое направление - классицизм [12].

Гостиный двор — это украшение старинной части города и всей нашей области. На данный момент здание обветшало и требует восстановительных работ, а также работ по приспособлению под современное использование. Опыт преобразования таких зданий-памятников под актуальную функцию накоплен не только в крупных городах, но и в провинциальных [13, 14]. Для этого следует учитывать социально-функциональные аспекты формирования интегрированной среды исторического центра города, прежде всего, недостаток проектируемой функции в ближайшем окружении и востребованность данного преобразования для жителей [15].

ГОСТИНЫЙ ДВОР В ТАМБОВЕ

Тамбовский Гостиный двор построен в 1830-х годах вместо старого деревянного здания конца XVIII века, которое сильно обветшало и несколько раз горело. В исторических документах фигурируют фамилии купцов Суворова, Маина, Беляева, Дулицкого, Сорокина и других выделенных деньги на возведение нового каменного здания.

42 колонны окружают здание по периметру

100 торговых отделов располагается в современном здании

6 000 кв. м площадь тамбовского Гостиного двора

ПАМЯТНИК АРХИТЕКТУРЫ XIX ВЕКА

Гостиный двор в Тамбове строился по образцу аналогичных зданий в Москве, Петербурге, Ярославле. К концу XIX века их возвели во всех крупных городах России. Типичный архитектурный элемент для гостиных дворов тех лет — колоннада по периметру здания.

Гостиный двор в начале XX века

Гостиный двор в 50-е годы XX века

Современный вид Гостиного двора в Тамбове

КУПЦЫ, КОТОРЫЕ ПРИНИМАЛИ УЧАСТИЕ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ:

- Никита Кутрепов
- Степан Спири
- Иван Спири
- Трофим Терпутов
- Иван Дулицкий
- Иван Яковлев
- Иван Маин
- Семен Калашников
- Иван Беляев

1788 В Тамбове построили первый Гостиный двор. Здание было деревянным и располагалось у Никольского моста через реку Студлицу.

1834-1837 Тамбовский Гостиный двор построен всего за три года. Здание состоит из двух этажей, с трех сторон его окружала колоннадный молонный портик, а вдоль второго этажа шла открытая галерея.

1956 Реконструкция здания велась архитектором Владимиром Самаровым. Он убрал галерею второго этажа и добавил в основание второго ярусами перестройки.

1824 Прозванное пострадало от пожара, поэтому тамбовские купцы выдвинули инициативу Александру I о строительстве нового Гостиного двора — из кирпича каменного, который был предостережением здания, дошедшего до наших дней.

1917 Гостиный двор был главным торговым центром Тамбова вплоть до 1917 года. После революции он пришел в запустение и частично разрушился.

КУЛЬТУРА.РФ

Рисунок 7 – Гостиный двор в Тамбове

Самый первый шаг — это решение о функциональном наполнении здания. На следующем этапе решается степень инвестиционной привлекательности объекта и то, насколько активно он будет

взаимодействовать с окружающей застройкой [16, 17]. Также следует учитывать многие факторы, наиболее важными из которых будут являться функциональное зонирование города и градостроительная ситуация вокруг.

Самым сложным этапом является решение об объемно-пространственной композиции. Это актуально в первую очередь для замкнутых и полужамкнутых объектов. Здесь можно выделить несколько подходов:

- использование внутреннего пространства в хозяйственных целях (внутренняя парковка, погрузочно-разгрузочная зона, склад);
- организация дополнительной площади;
- общественное озелененное пространство (небольшой парк).

Заключение.

Как мы видим, торговые ряды и гостиные дворы имеют достаточно высокий потенциал возможного использования и широкий выбор применяемых при их приспособлении решений. Все это, как и особенность размещения, позволяет им удовлетворять современным требованиям и быть перспективными для использования объектами. Решения по реставрации стоит применять индивидуально, также руководствуясь степенью сохранности, планируемым характером использования и сохранению историко-культурной значимости. При реализации объемно-пространственных решений необходимо опираться на данные ландшафтно-визуального анализа.

Список использованных источников

1. Гусарова Е.В. Астраханские находки: История, архитектура, градостроительство Астрахани XVI–XVIII вв. по документам из собраний Петербурга. СПб.: Нестор-История, 2009. 491 с.
2. Шаскольский И.П. Устройство шведских гостиных дворов в городах России после Столбовского мира 1617 г. // Скандинавский сборник. Таллин, 1965. Вып. 10. С. 83–107.
3. Камочкин Г.А. Торговые пространства в русской архитектурной традиции // Ярославский педагогический вестник. 2015. Т. 1. № 1. С. 122–127.
4. Максимов А.А. Архитектура русских торговых рядов 18 – 1-й пол. 19 в. // История СССР. 1972. № 1. С. 220–227.
5. Семенов С.В., Возняк Е.Р. Композиционная структура фасадов зданий Санкт-Петербурга XVIII в. и ее отражение в архитектурно-градостроительной среде Санкт-Петербурга // Вестник гражданских инженеров. 2017. № 4 (46). С. 55–60.
6. Богданов И.А. Большой Гостиный двор в Петербурге // Серия: Три века Петербурга /
7. СПб.: Искусство, 2001. 245 с.
8. Максимов А.А. Торговые центры в планировках русских городов второй половины 18 – начала 19 вв. // Памятники русской архитектуры и монументального искусства. М.: Наука, 1980. С. 126–139.
9. Дьякова А.В., Кузнецова Н.В. Региональные особенности градостроительного размещения торговых сооружений в г. Тамбове // Устойчивое развитие региона: архитектура, строительство, транспорт. Материалы VII-ой Международной научно-практической конференции. 2020. С. 150–156.
10. Возняк Е.Р. Обломы и карнизы елизаветинского барокко (1742–1762) в Санкт Петербурге // Вестник гражданских инженеров. 2012. № 4 (33). С. 13–21.
11. Il Fondaco dei Tedeschi : [официальный сайт] / ОМА. 2016. [Электронный ресурс]. URL: <https://oma.eu/projects/il-fondaco-dei-teseschi> (дата обращения: 18.03.21).
12. Список объектов культурного наследия федерального значения, расположенных на территории Тамбовской области [Электронный ресурс] // Официальный сайт Управления по государственной охране объектов архитектурного наследия тамбовской области. – Режим доступа: <http://pam.tmbreg.ru/gosudarstvennyj-uchet/obekty-kulturnogo-naslediya/spisok-obektov-kulturnogo-naslediya-federalnogo-znacheniyaraspolzhenyih-na-territorii-tambovskoj-oblasti/> (дата обращения 29.01.2021)
13. Лукомский Г.К. Памятники старинной архитектуры России в типах художественного строительства. Ч. 1. Русская провинция. Пг.: Шиповник, 1916. 393 с.
14. Кузнецова Н.В., Бычкова Е.А., Безгина А.И. Опыт преобразования исторических зданий-памятников архитектуры // 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. 202–207.
15. Кузнецова Н.В., Якиманская Я.Д. Обоснование возможности изменения функций исторических зданий в городской среде // Устойчивое развитие региона: архитектура, строительство, транспорт. Материалы 5-й Международной научно-практической конференции Института архитектуры, строительства и транспорта. 2018. С. 102–105.

16. Кузнецова Н.В., Жмырова Т.В. Социально-функциональные аспекты формирования интегрированной среды исторического центра города // 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. 207-211.
17. Кузнецова Н.В., Толстошеева А.П., Езерский В.А. Проектные предложения по реставрации объекта культурного наследия в г.Тамбове и оценка их качества на основе научного анализа // Устойчивое развитие региона: архитектура, строительство, транспорт. Материалы 5-й Международной научно-практической конференции Института архитектуры, строительства и транспорта. 2018. С. 93-102.
18. 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.

УДК 728.2.05:728.1.057.5:728.03:004
67.01.03: Архитектура интерьера

ИНТЕРЬЕР КУХНИ С ОБОРУДОВАНИЕМ В СТИЛЕ «ХАЙ-ТЕК»

Ельчищева Т.Ф.

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

Жоркина Д.Г.

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

Кухня – это помещение для приготовления и приема пищи. Кухня в современных жилищах не может быть менее 8 м² и может совмещаться со столовой. Согласно правилам проектирования, кухни могут быть обустроены как кухня-ниша (не менее 5 м²) или же как кухня-столовая (не менее 6 м²) [1].

Для помещения кухни характерно наличие мест для хранения продуктов и кухонных принадлежностей (шкафы), для хранения продуктов при пониженной температуре – холодильник; а также мест для первичной и последующих обработок продуктов (мойка, разделочные столы), термообработки продуктов (кухонная плита, духовой шкаф, СВЧ-печь), мест для размещения готовых блюд и их употребления.

Для создания интерьера кухни в стиле хай-тек были изучены основные особенности данного стиля. Главной и наиболее характерной из них является максимальное использование полезного пространства. Поэтому в проектах в стиле хай-тек зачастую можно увидеть обилие мест для хранения и встроенную технику. Этот стиль сложно представить без «умной» мебели и фурнитуры: подъемников, доводчиков, выдвижных ящиков, корзин и разделителей (рис. 1) [2]. Еще одной особенностью стиля является четкая геометрия, строгие линии [3].



Рисунок 1 – Системы хранения в интерьерах кухни стиля хай-тек [4]

Основная цветовая палитра стиля – это белый, черный, бежевый, серый цвета и их многочисленные оттенки с небольшими вкраплениями ярких красок. Цветовые акценты используются дозированно. Фасады мебели выполняются в тон стен (рис. 2).

Стены выполняются в одном цвете, чаще всего это холодные оттенки. При использовании обоев рисунок может быть графическим или с имитацией под натуральный камень. Применяется напольное покрытие с отражающей поверхностью [3].

Хай-тек отличается использованием ненатурального материала при оформлении интерьера. Мебель выбирается преимущественно из стали и пластика с обшивкой из кожи. В оформлении кухни используют лакированную поверхность для гарнитуров (эмаль, акрил) (рис. 3).

Фасады мебели обычно глухие, без стеклянных вставок и рамок. Мебель в стиле хай-тек нередко обходится ручек. Фасады открываются от нажатия при помощи специальной фурнитуры, ручек-профилей либо скрытых ручек.

Шторы могут отсутствовать, так как отличительной чертой хай-тек является минималистичность. При необходимости интерьер могут украсить прямые занавески простого кроя.

Аксессуары подбираются сдержанных цветов. Они могут быть стеклянными или однотонными, хромированными или металлическими.



Рисунок 2 – Пример интерьеров кухонь в стиле хай-тек в бежевом цвете [5]



Рисунок 3 – Применение кухонных гарнитуров с лакированными поверхностями в интерьере [5]

Чтобы не получился скучный, стерильный и унылый дизайн, в этом стиле применяют различные фактуры: сочетают матовые и глянцевые покрытия, стекло, текстиль, камень, дерево и материалы с 3D-эффектом (стенные панели, фотообои, фасады кухонного гарнитура). Также для стиля характерна акцентная и светодиодная подсветка (рис. 4).



Рисунок 4 – Использование светодиодной и акцентной подсветки в интерьерах кухонь стиля хай-тек [5]

Предложенное для проектирования помещение имеет прямоугольную форму и большую площадь (18,9 м²), что играет на руку проектировщику. В кухонном помещении есть два окна и один выход на террасу (рис. 5). Проект предусматривает оснащение помещения системой кондиционирования воздуха.

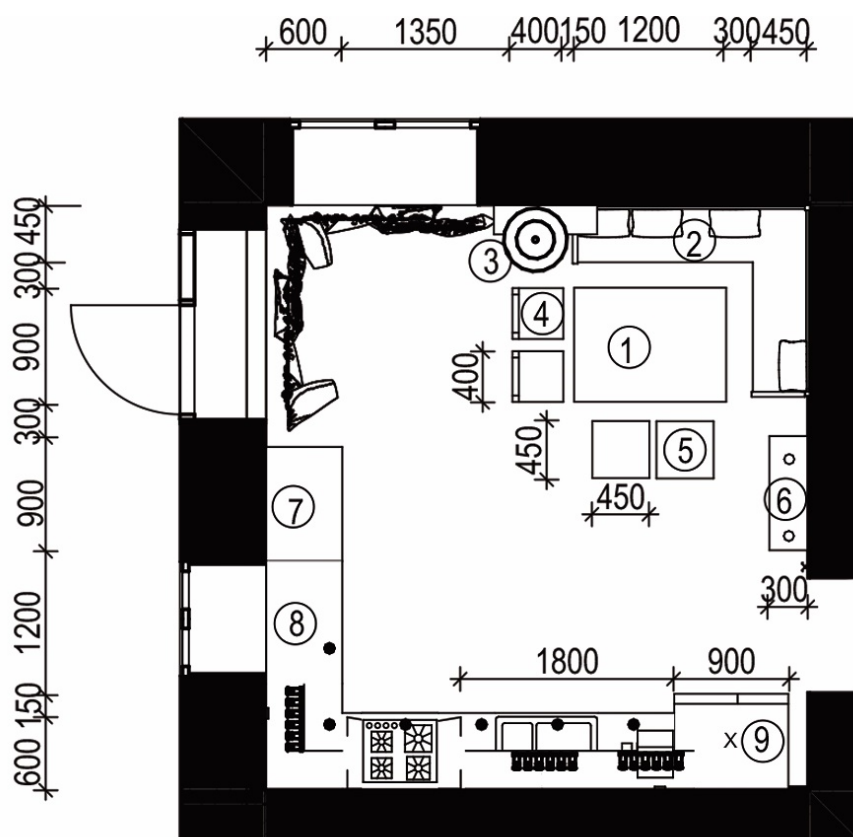


Рисунок 5 – План помещения кухни: 1 – обеденный стол; 2 – кухонный уголок; 3 – торшер; 4 – стул; 5 – пуф; 6 – навесные полки; 7 – духовой шкаф; 8 – кухонный гарнитур; 9 – холодильник

При создании проекта интерьера было решено разделить помещение на две функциональные зоны: зону приготовления пищи и столовую зону. В зоне приготовления пищи планируется расположить кухонный гарнитур со встроенной техникой: посудомоечной машиной, плитой, духовым шкафом. В этой же зоне будут находиться двухкамерный холодильник, вытяжка (ширина 90 см, Elica Repper IX/A/90) [6]. Вся бытовая техника подобрана в цвете «хром».

Кухонный гарнитур запроектирован согласно канонам стиля хай-тек, без излишеств: на дверцах отсутствуют ручки, все ящики и дверцы имеют специальные доводчики, поверхность фасадов белая глянцевая с точечными светло-голубыми вставками. Рабочая поверхность выполнена в том же цвете, что и напольное покрытие. В качестве кухонного фартука используется стекло (рис. 6).



Рисунок 6 – Визуализация зоны приготовления пищи

Однако был рассмотрен и более практичный вариант – кухонный фартук, выполненный из белой керамической плитки (рис. 7).



Рисунок 7 – Визуализация кухонного гарнитура с фартуком, выполненным из керамической плитки

В этой зоне очень важно обеспечить достаточную освещенность. Поэтому проектом предусмотрено два источника искусственного освещения: потолочные встраиваемые точечные светильники Atom DL023-2-01 W и светильники Corso с поворотными плафонами, установленные непосредственно над рабочей поверхностью. Светильники выполнены в цвете «хром» (рис. 8) [7, 8].



Рисунок 8– Точечный светильник Atom DL023-2-01 W и светильник Corso [7, 8]



Рисунок 9 – Визуализация столовой зоны

Окно в этой зоне декорируется плотными тканевыми рулонными жалюзи бежевого цвета.

В столовой зоне планируется расположение обеденного стола со столешницей белого цвета и металлических ножками, кухонного «уголка» с декоративными подушками, пуфов, обтянутых бежевой тканью, стульев и декоративной полки с аксессуарами и посудой (рис. 9).

Освещение этой зоны будет обеспечено люстрой Saria белого цвета, расположенной над обеденным столом, и торшером NYFORS с абажуром из фактурного текстиля бежевого цвета (рис. 10) [9, 10].



Рисунок 10 – Люстра Saria белого цвета и торшер NYFORS [9, 10]

Ночные хлопковые шторы прямого кроя декорируют окно и выход на балкон в столовой зоне.

Первоначально был предложен вариант визуального деления помещения на зоны с помощью использования напольного покрытия двух видов: кафельной плитки в цветовом решении «под белый мрамор» (Каррара 40×40 белый E50830) в зоне приготовления пищи и ламината марки Finfloor Original CALCIC OAK 89N в столовой зоне (рис. 11, 12) [11, 12]. Однако в итоге был выбран более практичный и универсальный вариант – напольное покрытие «Керамогранит Alexandria 45×45 бежевый 4690403043221», т.к. ламинат является менее долговечным и менее износостойким покрытием (рис. 11) [11].

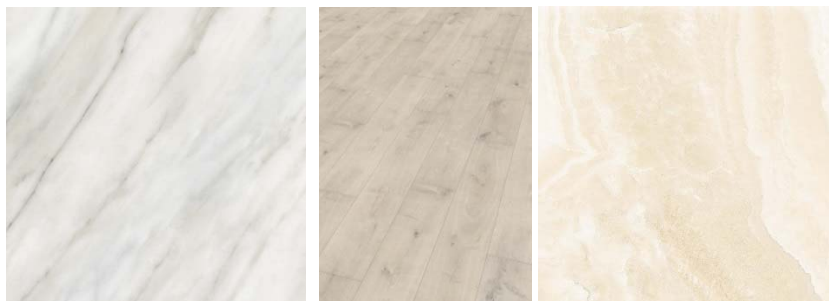


Рисунок 11 – Материалы напольного покрытия (слева направо): напольная плитка Каррара 40×40 белый E50830 (слева), ламинат марки Finfloor Original CALCIC OAK 89N (по центру), Керамогранит Alexandria 45×45 бежевый 4690403043221 (справа) [11, 12]



Рисунок 12 – Визуализация помещения кухни с использованием приема функционального зонирования

Создание колористического решения помещения кухни. Для создания визуального деления помещения на зоны был использован колористический прием. Зона приготовления пищи выполнена в более холодных цветах, чем столовая зона (рис. 13, 14). Для создания изображений в теплых тонах при визуализации в настройках погоды был указан «тусклый закат» и использовано «солнце» ArchiCAD.



Рисунок 13 – Колористическое решение зоны приготовления пищи



Рисунок 14 – Колористическое решение столовой зоны

Стиль «хай-тек», выбранный для создания кухни, является одним из наиболее практичных. Он сочетает в себе простоту геометрии, лаконичность форм и функциональность, что немаловажно для помещения подобного назначения.

Список используемых источников

1. СП 54.13330.2016. Здания жилые многоквартирные. Актуализированная редакция СНиП 31-01-2003 (с Изменениями N 1, 2, 3) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/456054198> (дата обращения 16.02.2021).
2. Бхаскаран Л. Дизайн и время. Стили и направления в современном искусстве и архитектуре. – М.: АртРодник. – 2007. – 256 с.
3. Быстрова Т.Ю. Вещь. Форма. Стиль. Введение в философию дизайна. – Екатеринбург, 2017. – 374 с.
4. Кухня GALAXIE [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.hanak-nabytek.cz/ru/produkt/%D0%BA%D1%83%D1%85%D0%BD%D1%8F-galaxie/> (дата обращения 16.02.2021)
5. Кухни хай-тек: 108 фото и секреты дизайна [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://idealkitchen.ru/dizain/kuhnya-v-stile-hai-tek/> (дата обращения 16.02.2021)
6. Вытяжка 90 см Elica Repper IX/A/90 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.mvideo.ru/products/vytyazhka-90-sm-elica-repper-ix-a-90-20029232> (дата обращения 20.02.2021)
7. Точечный светильник Atom DL023-2-01 W [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.ozon.ru/product/vstraivaemyy-svetilnik-maytoni-dl023-2-01w-gu10-50-vt> (дата обращения 20.02.2021)

8. Светильник Corso с поворотными плафонами [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://goodsofwood.ru/product/nastennyj-svetilnik-s-povorotnymi-plafonami-20089-3-hrom-eurosvet-corso/> (дата обращения 20.02.2021)
9. Люстра Sapia белого цвета [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://donplafon.ru/products/podvesnoj_svetilnik_odeon_light_sapia_415 (дата обращения 20.02.2021)
10. NYFORS [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.ikea.com/ru/ru/p/nyfors-nifors-svetilnik-napolnyu-nikelirovannyu-belyu-30360492/> (дата обращения 20.02.2021)
11. Материалы напольного покрытия [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://akson.ru/> (дата обращения 22.02.2021)
12. Ламинат Finfloor Original CALCIC ОАК 89N [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://finfloor.ru/product/laminat-finfloor-original-calcic-oak-89n/> (дата обращения 22.02.2021)

УДК 72.021.2

67.07.01: Общие вопросы

РОЛЬ МАКЕТИРОВАНИЯ В РАЗВИТИИ ОБЪЕМНО-ПРОСТРАНСТВЕННОГО МЫШЛЕНИЯ СТУДЕНТА-АРХИТЕКТОРА

Ельчищева Т. Ф.,

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

Жиркова В.А.,

*ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», студент
e-mail: lerkofantazy2018@yandex.ru*

Мерзликina Я.Р.

*ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», студент
e-mail: merzlikinaana26@gmail.com*

Объемно-пространственное мышление студента развивается в период всего обучения и влияет на становление профессионализма архитектора и его творческий потенциал. В данной статье рассматривается понятие «макетирование», как одно из основных звеньев в поиске концептуальной идеи и архитектурном проектировании. Создание макета по проекту автора позволяет наглядно продемонстрировать творческий замысел в материальном исполнении, поэтому использование данного метода предметного моделирования в практике учебного процесса является неотъемлемой частью навыков студента.

Макетирование – это творческий объемно-пространственный процесс выражения архитектурной концепции или спроектированного проекта сооружения, архитектурного комплекса или ансамбля в уменьшенном масштабе. Это достигается путем средств бумажной пластики и формообразования. При работе с объемной композицией требуется соблюдать принципы гармонии в организации формы, заключающихся в соотношении пропорций, равновесия между отдельными частями объекта, ритма и акцентных элементов [9].

Первые архитектурные макеты из воска и дерева были изготовлены несколько тысяч лет до нашей эры, это были модели ритуальных построек и жилых зданий. Основоположниками макетирования из бумаги в практике обучения студентов стала первая в мире школа промышленного искусства и архитектуры Баухауз, основанная В. Гропиусом в 1919 г. [11]. Далее в Советских высших художественно-технических мастерских ВХУТЕМАС разработали двухуровневую систему обучения – пропедевтика и специализация [7]. Большой вклад в использование принципов формообразования внесли А.М. Родченко и Л.М. Лисицкий. В свою очередь, Н.А. Ладовский, В.Ф. Кринский, И.А. Голосов, Я.Г. Чернихов выделили факторы основ архитектуры и объемно-пространственной композиции.

Контакт с искусством создания макетов начинается на первом курсе обучения архитекторов профильным предметам. Студентов знакомят с азами макетирования и прототипирования, создания простых плоскостных и объемных композиций (рис. 1). Так от простого – к сложному, юный архитектор познает методы компоновки объемов, их соединений и положения в пространстве, цветовые характеристики и влияние доминантных фигур на общую структуру проекта [1].



Рисунок 1 – Примеры студенческих объемных композиций (автор : Жиркова В.А.)

На начальном этапе архитектурного проектирования выполняют *черновые макеты*, которые являются рабочими или поисковыми (рис. 2). Они обычно имеют простую конфигурацию и изготавливаются без тщательной проработки деталей, отображая основную идею формы объекта, его габаритные соотношения и образное решение [5]. Наряду с этапом эскизирования, создание макета позволяет зрительно оценить ситуацию, выявить ее положительные качества и недостатки, прочувствовать соотношение и соразмерность внутренних и внешних пространств, утвердить концепцию для дальнейшей работы над чертежами. Такие структурные обобщенные макеты позволяют мысленно проникнуть в работу каждого элемента, направляя идейный ход мыслей к нужному художественному образу [3].

Композициям свойственны изменения форм и положения в пространстве. А.В. Степанов, В.И. Мальгин и Г.И. Иванова описали принцип сопоставления: массивность и пространственность, симметрия и асимметрия, динамика и статика, контраст и нюанс и др. Основой восприятия здесь является архитектурная форма и средства для достижения выразительности, макет в данном случае – носитель образа, который влияет на восприятие формы [10].



Рисунок 2 – Примеры черновых макетов [2]

При выполнении архитектурных проектов общественных, жилых или промышленных зданий используются *объектные* или *демонстрационные макеты* (рис. 3). Они включают в себя объем здания в масштабе с проработкой прилегающей территории. Трехмерное изображение может включать детальную проработку экстерьера здания, решений фасадов и дополнительных элементов, конструктивные системы. В зависимости от концепции подачи проекта, макет может быть однотонным, когда нужно продемонстрировать объемные характеристики объекта; цветным, когда важным является экстерьер фасадов, его связь с окружающей градостроительной ситуацией; с проработкой текстур и оттенков поверхностей. Последний чаще изготавливается в практике проектной работы для более точной передачи задуманного заказчику [6].

Чистовой макет демонстрирует итог законченной проектной работы в масштабе.

Для студенческих макетов главным компонентом является бумага, дополнительно используют картон, пеноплекс, пенокартон, полистирол, листовой ПВХ, пленки, оргстекло и др. При использовании

различных материалов студенты изучают конструктивные свойства здания. На примере восприятия нагрузки бумагой в разных состояниях можно понять, как конструкция будет воспринимать ту или иную нагрузку, какая окажется наиболее прочной. Например, свернутая в трубку или гофрированная бумага способна воспринимать большие усилия, чем плоский лист бумаги [4].

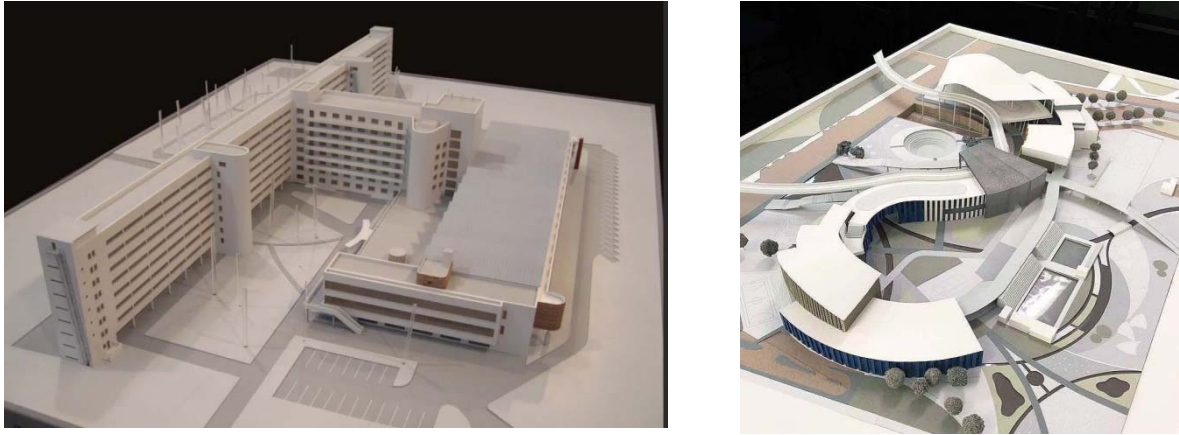


Рисунок 3 – Примеры демонстрационных макетов [2]

Макетно-модельный метод в практике учебной программы всегда включает в себя несколько этапов [1]:

- поиск гармоничной композиции, состоящий из одного или нескольких рабочих черновых макетов;
- процесс выполнения разверток, элементов декора по необходимым чертежам;
- подготовка подмакетника и склеивание отдельных частей макета из разверток;
- закрепление собранного объема на подготовленную основу.

Градостроительные макеты выполняются студентами при разработке проекта поселка и жилого района (рис. 4), они позволяют наглядно продемонстрировать связь объектов архитектуры с ландшафтной средой, взаимосвязь объемных и плоских элементов, а также организацию системы компонентов целостной структуры [8]. На данном этапе важной является дополнительная проверка требований к инсоляции помещений разного назначения, о чем свидетельствует соотношение объемов рядом стоящих зданий и их расположение относительно друг друга.

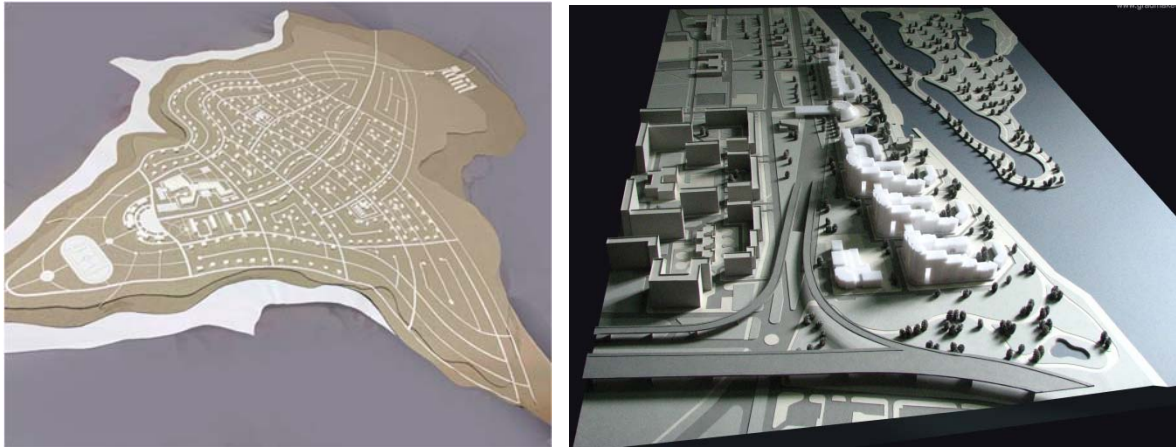


Рисунок 4 – Примеры градостроительных макетов (автор : Жиркова В.А. , [2])

Таким образом, макетирование – это процесс, требующий концентрации внимания для достижения точности в выполнении отдельных деталей в соответствии с заданными чертежами. Переход от плоскостного 2D-чертежа к объемной форме развивает пространственно-значимые качества у студентов-архитекторов, формирует художественное и пространственное представление, что наиболее эффективно в процессе поиска идейной концепции и преобразования образа.

На протяжении всего периода обучения студентов знакомят с методами и процессами выражения творческих задумок и архитектурных фантазий путем воплощения их в жизнь, представляя задуманные объемы в реальном пространстве. При кропотливой работе над точными деталями развивается мелкая моторика, что тоже немаловажно в работе будущего специалиста. Наука макетирования, наряду с

художественным рисунком, способна развивать творческие задатки, чувство пространственной гармонии, вкус в архитектуре и творчестве.

Список использованных источников

1. Архитектурное макетирование научным языком [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://izgotovleniemaketov.ru/nashi-tehnologii/arhitekturnoe-maketirovanie-nauchnym-iazykom> (дата обращения: 18.03.2021).
2. Архитектурные макеты. Яндекс. Картинки [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://yandex.ru/images/search?text=архитектурные%20макеты%20> (дата обращения: 20.03.2021).
3. Значение и роль макетирования в профессиональной подготовке художника-дизайнера. Контент-платформа Pandia.ru [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://pandia.ru/text/80/111/16696.php> (дата обращения: 20.03.2021).
4. Калинин, Ю.М. Архитектурное макетирование : учебное пособие по направлению «Архитектура» / Ю. М. Калинин, М.В. Перькова; Белгор. гос. технол. ун-т им. В. Г. Шухова. – Белгород: БГТУ, 2010. – 117 с. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://search.rsl.ru/ru/record/01005453826> (дата обращения: 25.03.2021).
5. Крииский В.Ф., Ламцов И.В., Туркус М.А. Элементы архитектурно-пространственной композиции. Стройиздат. — М., 1968.
6. Матехина, О.В. Архитектурные формы, детали, графика, термины: учебное пособие / О.В. Матехина, Ю.К.Осипов, А.П. Семин. – Новокузнецк: Изд.-во СибГИУ, 2005. – 166 с. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://search.rsl.ru/ru/record/01002712801> (дата обращения: 25.03.2021).
7. Мелодинский Д.Л. Архитектурная пропедевтика. История, теория, практика. – 2000. – 312 с.
8. Осипов, Ю.К. Предметное моделирование или макетирование в учебном процессе – составная часть графической культуры студента-архитектора / Ю.К. Осипов // Вестник Сибирского гос.индустр. ун.-та. – 2015. – №1(11). – С. 92-94 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/predmetnoe-modelirovanie-ili-maketirovanie-v-uchebnom-protseesse-sostavnaya-chast-graficheskoy-kultury-studenta-arhitektora> (дата обращения: 25.03.2021).
9. Составные части архитектурного макета [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://helpiks.org/2-60435.html> (дата обращения: 24.03.2021).
10. Степанов А.В. и др. Объемно-пространственная композиция: учебник для вузов / А.В. Степанов, В.И. Малгин, Г.И. Иванова и др. – М.: Изд.-во «Архитектура-С». – 2007. – 256 с.
11. Хлебников А.С. Методология формообразования в Баухаузе, ВХУТЕМАСе и ИНХУКе // Вестник ТГУ. – 2008. – №7 (63). – С. 227–232 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/metodologiya-formoobrazovaniya-v-bauhauze-vhutemase-i-inhuke> (дата обращения: 18.04.2021).

УДК 721.011

67.07.01 Общие вопросы

ОБОСНОВАНИЕ ВЫБОРА ФУНКЦИЙ ОБЩЕСТВЕННОГО ЦЕНТРА СЕЛЬСКОГО ПОСЕЛЕНИЯ

Кузнецова Н.В.

*ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», к.т.н., доцент кафедры
«Архитектура и строительство зданий»
e-mail: nata-kus@mail.ru*

Полухтина А.О.

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

Трансформация общественных зданий в России проходила на протяжении всех веков, очень сложные изменения наблюдались не только в архитектуре, но и в функциональной насыщенности: от места для собрания сельской общины, культовых сооружений, административных центров, клубов агитации и просвещения, сельских клубов к современным многофункциональным центрам.

В настоящее время, особенно остро стоит вопрос с социальной и культурной сферой сельских поселений, которая уже на протяжении нескольких десятилетий не отвечает запросам населения. К сожалению, многофункциональная архитектура в небольших российских поселениях только начинает развиваться и имеет много недостатков, как в архитектурно-художественном образе, функциональном плане так и в размещении в структуре поселения.

Для формирования наиболее комфортной и доступной для всех жителей поселения общественной среды необходимо наряду с созданием многофункционального общественного центра (далее МОЦ) обеспечить доступное и выгодное размещение инфраструктуры как для использования жителями населённого пункта, так и для функционирования нового центра.

Развитие общественного центра как места сосредоточения общественной жизни традиционно для всех регионов России, так же, как и связь с транспортными коммуникациями, роль которых зачастую становится определяющей, а природно-климатические условия и крупность поселения и соответствующие потребности населения во всех регионах отличается [1].

В условиях северных регионов России территории общественного пользования стремятся защитить от неблагоприятного природного воздействия, за счёт крытых связей с жилыми домами, строительства ветрозащитных жилых домов. В средней полосе общественные центры принято располагать в наиболее приятном ландшафтном окружении, на самых высоких отметках с возможностью дальнего обзора, при отсутствии таковых, планировочная структура зачастую связана с приёмами садово-паркового искусства, во взаимосвязи с транспортной инфраструктурой. В южном климате формирование центра обычно связано со сложным рельефом местности.

Выбор типа расположения общественного центра в структуре поселения зависит от многих факторов, в частности, при сходных планировочных параметрах поселения, определяется ещё и крупностью населённого пункта, так как градостроительное положение связано с функциональной наполненностью здания и численностью населения, которое оно обслуживает.

В России сельские поселения принято подразделять согласно [2] на:

- крупные (население более 5000 жителей);
- большие (население от 1000 до 5000 жителей);
- средние (население от 200 до 1000 жителей);
- малые (население менее 200 человек).

В зависимости от крупности поселения в нем должен присутствовать определенный набор сервисов социально-бытового и культурного обслуживания.

Так малые поселения зависят от более крупных соседних поселений. В самих поселениях располагается, как правило, медицинский пункт и небольшой магазин. При крупности населённого пункта до 1000 жителей поселение уже должно иметь минимальный набор обслуживающих учреждений минимальных размеров.

В больших поселениях по требованиям уже должны предусматриваться детский сад, ясли, неполная средняя школа. Создаются все условия для проведения культурно-общественного досуга, работают сельскохозяйственные или производственные предприятия, творческие индустрии.

В крупных поселениях должны создаваться все условия благоустройства городского типа. Развитость инфраструктуры и обслуживания практически не отличается от городских условий. Это подразумевает, в первую очередь, возможность выбора коммерческих и общественных функций, а также доступность коммерческих бизнесов, социальных функций, мест рекреации [3].

Весь набор сервисов социально-бытового и культурного обслуживания в зависимости от крупности населённого пункта предлагается разделить на базовые и дополнительные (табл. 1).

Базовый набор сервисов должен присутствовать во всех поселениях, за исключением малых, функциональное наполнение МОЦ зависит от крупности населенного пункта. Принцип выбора дополнительных сервисов зависит от таких факторов как сложившиеся предпочтения/потребности населения, наличие недалеко расположенных (в соседнем поселении; в поселении на господствующих путях транзита) аналогичных центров с востребованными функциями, расположение самого населенного пункта (вблизи магистрали – могут быть востребованы кемпинги, кафе; в природном окружении – спортивные, туристические центры), социально-демографического состава населения [4].

Величина населённого пункта влияет на функциональную насыщенность МОЦ и определяет базовые потребности населения. Базовые потребности во всех населённых пунктах, кроме малых, представлены полным сектором обслуживания, удовлетворяющих запросам населения разных возрастов. Взаимосвязь функциональной насыщенности центров с учетом базовых потребностей населения представлена на рисунках 1-4, где красный цвет обозначает базовые функции, а серый – дополнительные.

Таблица 1

Взаимосвязь численности населения и набора функций сервисов социально-бытового и культурного обслуживания

Крупность сельских поселений	Набор сервисов социально-бытового и культурного обслуживания		
	базовые	дополнительные	
		специализированные	универсальные
крупные (более 5000 чел.)	магазин, ФАП, детский сад, ясли, образование, производственное предприятие, концертный зал, места для проведения разнообразного досуга (с возможностью выбора в большинстве категорий)	Физкультурно-оздоровительные площадки, стадион, туристические объекты	Многофункциональное пространство, предприятия общественного питания
большие (от 1000 до 5000 чел.)	Магазин, ФАП, детский сад, ясли, полная средняя школа, производственное предприятие, концертный зал	Физкультурно-оздоровительные площадки	Многофункциональное пространство, предприятия общественного питания
средние (от 200 до 1000 чел.)	Магазин, ФАП многофункциональное пространство минимальных размеров	Администрация, кафе	-
малые (менее 200 чел.)	Магазин, ФАП	-	Место встреч

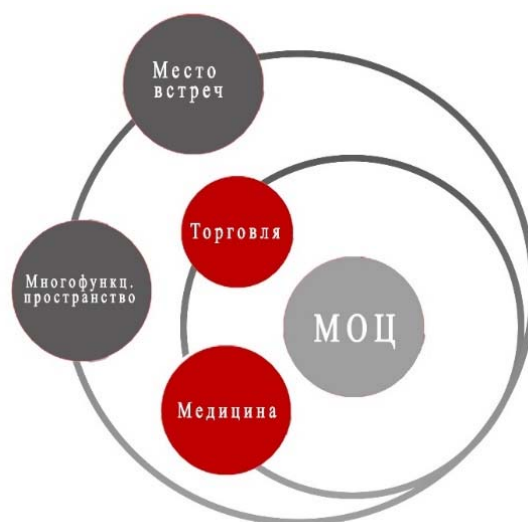


Рисунок 1– Функциональная насыщенность МОЦ малых сельских поселений

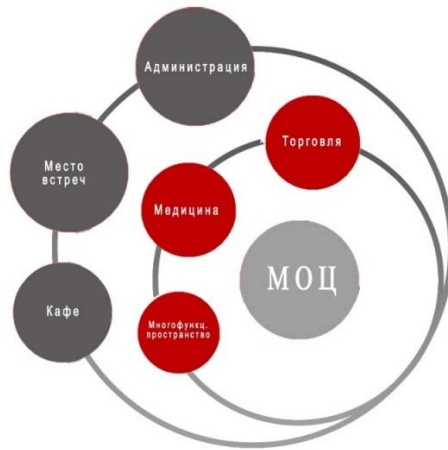


Рисунок 2 – Функциональная насыщенность МОЦ средних сельских поселений

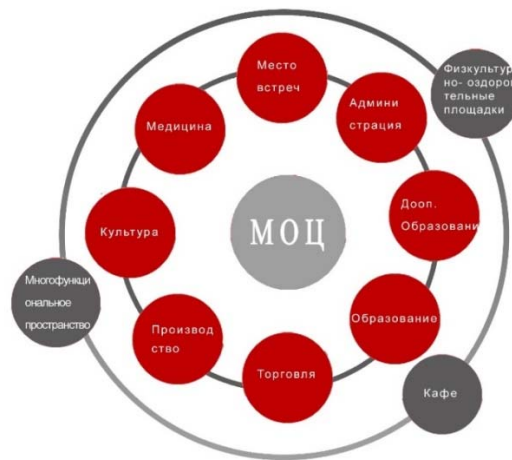


Рисунок 3 – Функциональная насыщенность МОЦ крупных сельских поселений

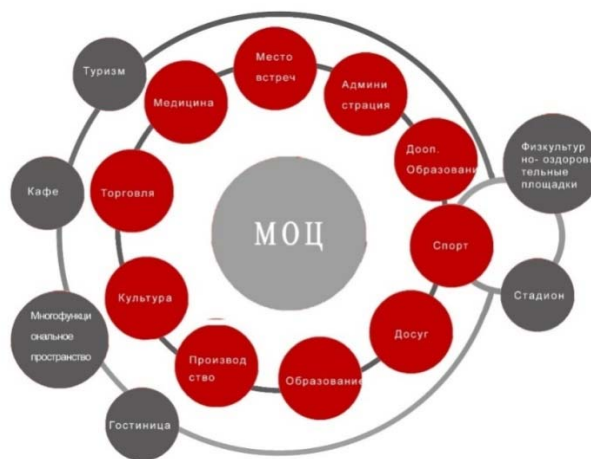


Рисунок 4 – Функциональная насыщенность МОЦ больших сельских поселений

Таким образом, главным фактором, влияющим на обоснование выбора функциональной насыщенности МОЦ, можно назвать численность жителей поселения и потребности обслуживаемого населения. Именно от них будет зависеть выбор функциональной насыщенности и набор сервисов социально-бытового обслуживания.

Полученные в результате исследования схемы и таблица могут послужить основой для предпроектного анализа в определении функциональной насыщенности и набора сервисов социально-бытового обслуживания при реальном проектировании многофункционального общественного центра в сельском населенном пункте.

Список использованных источников

1. Хихлуха Л.В., Багиров Р.Д., Моисеева С.Б., Согомоян Н.М. Архитектура российского села. Региональный аспект. [Текст]: учебное пособие,- М.: Российская Академия архитектуры и строительных наук, «Архитектура-С», 2005.– 207 с.
2. Основные типы и формы расселения: городские и сельские поселения [Электронный ресурс] URL: <https://juridicheskijvopros.online/typy-poselenij-v-rossii.html> (Дата обращения: 15.03.2021)
3. Типология сельских поселений [Электронный ресурс] URL: https://studbooks.net/2303986/nedvizhimost/tipologiya_selskih_poseleniy (Дата обращения: 15.03.2021)
4. Кузнецова Н.В., Полухтина А.О. Анализ потребностей населения для разработки многофункционального общественного центра в небольшом населенном пункте // Жилищное хозяйство и коммунальная инфраструктура. 2021. №1 (16). С. 57-68.

УДК 94(5)

67.07.03: Теория архитектуры. Архитектурные композиции

ВОПРОСЫ ИСТОРИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ И МОДЕРНИЗАЦИИ ДВОРЦА КУЛЬТУРЫ В ПРОВИНЦИАЛЬНОМ ГОРОДЕ НА ПРИМЕРЕ ДК «ЮБИЛЕЙНЫЙ» В г. ТАМБОВЕ

Кичигина И.А.,

*ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», магистрант,
e-mail: irakichigina2016@gmail.com*

Кузнецова Н.В.

*ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», к.т.н., доцент кафедры
«Архитектура и строительство зданий», e-mail: nata-kus@mail.ru*

Аннотация. В статье рассматриваются особенности возникновения и строительства Домов культуры в России и городе Тамбове, предоставлен анализ типологии, стилистических особенностей и функциональной наполненности зданий. Отдельное внимание уделено состоянию ДК в Тамбове в настоящее время, выполнена оценка возможности их модернизации и реконструкции, а также возможность восстановления первоначальной функции в настоящее время и востребованность населения в данном учреждении.

Ключевые слова: дворец культуры, дом культуры, клубы, архитектура классицизма, советский период.

Дома культуры (ДК) – одно из интересных культурно-исторических явлений советского времени. Они существовали при каждом крупном заводе, в каждом селе или районном центре, в каждом районе города. Деятельность домов культуры имела несколько социальных задач: первая задача заключалась в организации досуга рабочих и служащих, вторая задача – политическая, она включала в себя создание и развитие советского человека. Основное направление деятельности ДК – это просветительская деятельность, включающая в себя не только политическое просвещение, но и ликвидацию массовой неграмотности населения, творческое развитие населения.

В XXI веке все чаще затрагивают вопрос об обновлении функций ДК не только в Тамбове, но и в других провинциальных городах России. В обоснование актуальности изучения роли ДК в культурно-образовательной жизни Тамбова можно привести следующие соображения.

Во-первых, дворцы культуры являются архитектурными доминантами в градостроительной структуре каждого города, в том числе и в Тамбове, несмотря на то, что в период их создания многие ДК были примером отечественного типового строительства зданий общественного назначения.

Во-вторых, общественная жизнь в городе Тамбове в настоящее время все больше перемещается в торговые и торгово-развлекательные центры, наблюдается подмена функций просвещения и культуры потреблением, не хватает специальных мест для культурного просвещения и творческого развития взрослых и детей.

В-третьих, проблема взаимодействий и взаимоотношений идеологии советской культуры и искусства в Тамбовском регионе практически не изучена, а этот аспект может быть интересен с точки зрения продвижения идей российской и локальной идентичности средствами культуры.

В-четвертых, некоторые дворцы культуры, будучи включенными в список объектов культурного наследия Тамбова, не рассматривались как часть отечественной архитектурной науки и практики, тогда как значение и роль дворцов культуры в других городах (Москва, Санкт-Петербург, Новосибирск, Нижний Новгород, Екатеринбург, Пермь, Кривой Рог, Челябинск, Донецк и другие) изучены в самых различных исследованиях.

В качестве объекта исследования рассматривается Дом культуры «Юбилейный» (пл. Льва Толстого, 4-а) в г. Тамбове, расположенный в непосредственной близости от центральной части города, в жилом районе, представленном типовыми жилыми четырехэтажными домами, построенный в период 60 гг. XX в. Выбор данного ДК основан на том, что его месторасположение значимо в структуре города Тамбова. Несмотря на утерю своей функции (что произошло не так давно) изучение тамбовских домов культуры советского времени находится в самом начале своего пути.

Дома культуры, или Дворцы культуры считались важнейшим центром развития творческого воспитания советского человека. В СССР возникла потребность в создании многофункционального дома творчества, где можно не только полюбоваться народным творчеством, но и развиваться в культурной сфере советскому человеку. Творческое развитие человека подразумевалось не только в городской среде, но и в сельских поселениях. Уже с ноября 1920 г., после появления декрета Совнаркома был создан так называемый Главполитпросвет, и, как результат, в СССР наблюдается массовое строительство клубов [7].

Первым сооружением, возведенным в качестве дворца культуры, стало здание ДК имени Алексея Максимовича Горького в Ленинграде (построено в 1927 г. на профсоюзные средства). Создание клубов и народных домов пришло в Советскую Россию из стран Западной Европы. На протяжении всего двадцатого века дома культуры существовали и развивались в Испании (CasadelaCultura), Франции (Maisonde laCulture), Бельгии, Финляндии (Kulttuuritalo), Канаде (Maisondesjeunes), в странах Латинской Америки [5].

Массовое строительство дворцов культуры в СССР продолжается во второй половине двадцатых годов. Именно в это время начинается поиск нового вида ДК, которое отличается от ранее построенных, также происходит активное обсуждение эскизов экспериментальных проектов такого типа зданий, объявляется конкурс на создание нового ДК. В эти поиски включились такие ведущие архитекторы как К. Мельников, Н.А. Ладовский, М.Г. Бархин, братья Веснины, Б.М. Иофан, И.Е. Леонидов, И.В. Жолтовский, И.А. Фомин, В.А. Щуко и многие другие. Архитекторам предстояло решить следующие задачи:

- здание должно предназначаться как для массового, так и для индивидуального общения;
- здание должно представлять единый объем без замкнутых пространств;
- здание следует располагать на городской площади, либо размещать его центральным фасадом к той или иной городской магистрали;
- внешний облик и внутреннее пространство здания могут не повторять образы друг друга, но должны быть хорошо освещены;
- общая форма зданий ДК должна быть зрительно понятной и простой, состоять из простейших форм: куб, цилиндр, пирамида, шар, конус.

Работы С.О. Хан-Магомедова, В.Э. Хазановой, Я.А. Корнфельда, Н.Я. Колли, К.К. Лагутина обобщают и раскрывают особенности архитектуры дворцов культуры советского времени. Также они формируют определенные представления о том, что при общности требований и предписаний для архитектуры советских ДК характерно определенное разнообразие. При этом в архитектуре дворцов культуры явно доминирует два стилистических направления: конструктивизм и советский монументальный классицизм.

Архитектор К. Мельников для клуба имени Русакова выбрал образ гигантского механизма, подчеркивая экспрессивность архитектурной формы. На данном объекте выделены четыре балкона, выступающие наружу, что делают здание доминантным механизмом в части города. Братья Веснины создали Дворец культуры ЗИЛ в Москве – классический памятник конструктивизма. Главное решение заключалось в том, что ширина зрительного зала значительно больше его глубины, что в определенное время было уникальным для планировочного решения [3].

Дворцы культуры, созданные в стиле советского монументального классицизма, получили самое широкое распространение и популярность в архитектуре советских провинциальных городов послевоенного времени. При этом сталинскую архитектуру можно подразделить на архитектуру ар-деко, неоклассицизм, ампир. В стиле ар-деко построен ДК МГУ на Воробьевых горах в Москве (архитекторы Л. Руднев, П. Абросимов, С. Чернышев). Дворец культуры с большим залом на 640 мест занимает два этажа. Его ротонда располагается на 31–32 этажах [2].

Наибольшую популярность в строительстве зданий ДК получила архитектура так называемого советского неоклассицизма, которая основывалась на античном классицистическом архитектурном наследии, а также на дореволюционных тенденциях в отечественной архитектуре. Основоположниками этого стиля стали И.В. Жолтовский и И.А. Фомин. Их идеи нашли самое широкое распространение в архитектуре дворцов культуры послевоенного времени: ДК Химиков г. Грозный, ДК НТМК г. Нижний Тагил, ДК Шебкинский г. Белгород, ДК имени Горького г. Новосибирск, ДК имени Артема г. Славянск Донецкой области, ДК имени А.С. Пушкина г. Пермь, ДК Южный г. Чебоксары, ДК Горняк пос. Межевой Челябинской области, ДК АТРЗ и ДК ГРЭС г. Астрахань и т. д. Эти здания относятся к типовым проектам. И хотя существует мнение о том, что типовой проект отличается обезличенностью и архитектурной скупостью, все они являются городскими доминантами и удачно вписываются в окружающую застройку. Недаром, по словам И.В.Жолтовского, именно типовые проекты «должны быть не только прекрасными, но и отличаться от индивидуальных более гибкой приспособляемостью к месту» [1].

Позднее преобладающим стилем стал ампир, появилась торжественность, залы стали больше, в ДК проводились большие концерты, собрания. Ярким примером стиля ампир стал построенное внутри промышленной зоны близ Яузы и железных дорог, здание ДК «Метростроя», расположенное на границе Москвы дореволюционной и Москвы современной.

В Тамбове к стилю «Ампир» относится здание ДК «Знамя Труда», расположенный по улице Интернациональная. Барельеф, королевская роскошь с элементами классицизма – все это свойственно ДК «Знамя Труда» (рис. 1).

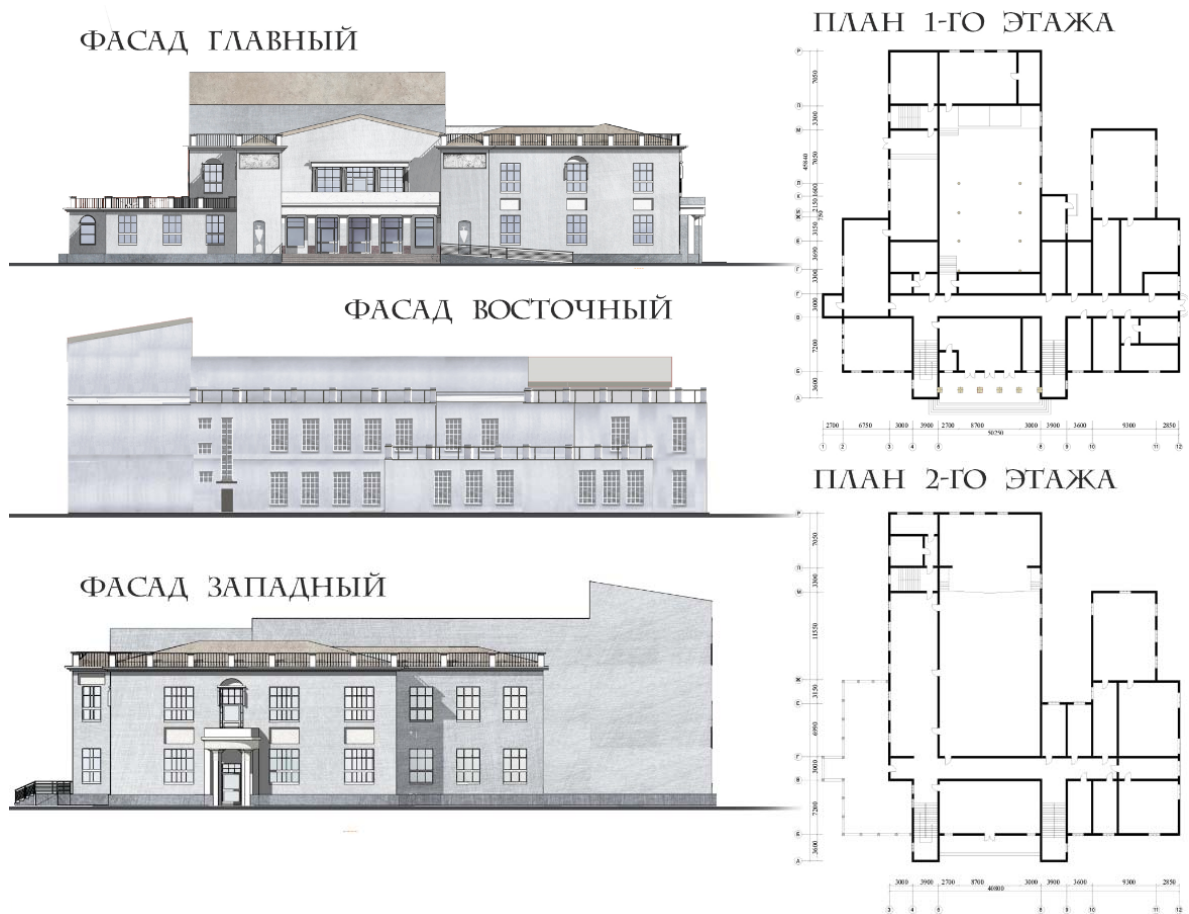


Рисунок 1 – Фасады и планы ДК «Знамя Труда» в г. Тамбове

Отметим, что в советский период придавали большое значение строительству Домов культуры, в провинциальных городах, клубов на селе, изб-читален [4]. В городе Тамбове представителем архитектурного стиля 1950-80 гг. – советского модернизма – является ДК «Юбилейный», реализованный на основе типового проекта 2-06-417 (клуб на 800 мест с расширенным составом помещений).

Здание было построено в 60-х по заказу завода «Полимермаш». Двухэтажное кирпичное здание главным фасадом обращено к улице Советская. Главный фасад здания выделен входной зоной. Дом

культуры имеет урбанистичный облик: большая площадь фасадного остекления и минимальное количество деталей на фасаде, функциональность форм и конструкций (рис. 2).



Рисунок 2 – Главный фасад ДК «Юбилейный» и современный вид со стороны главного входа

На данный момент фасад имеет потрепанный вид, здание окружено ветхими домами и старыми гаражами (рис. 3).

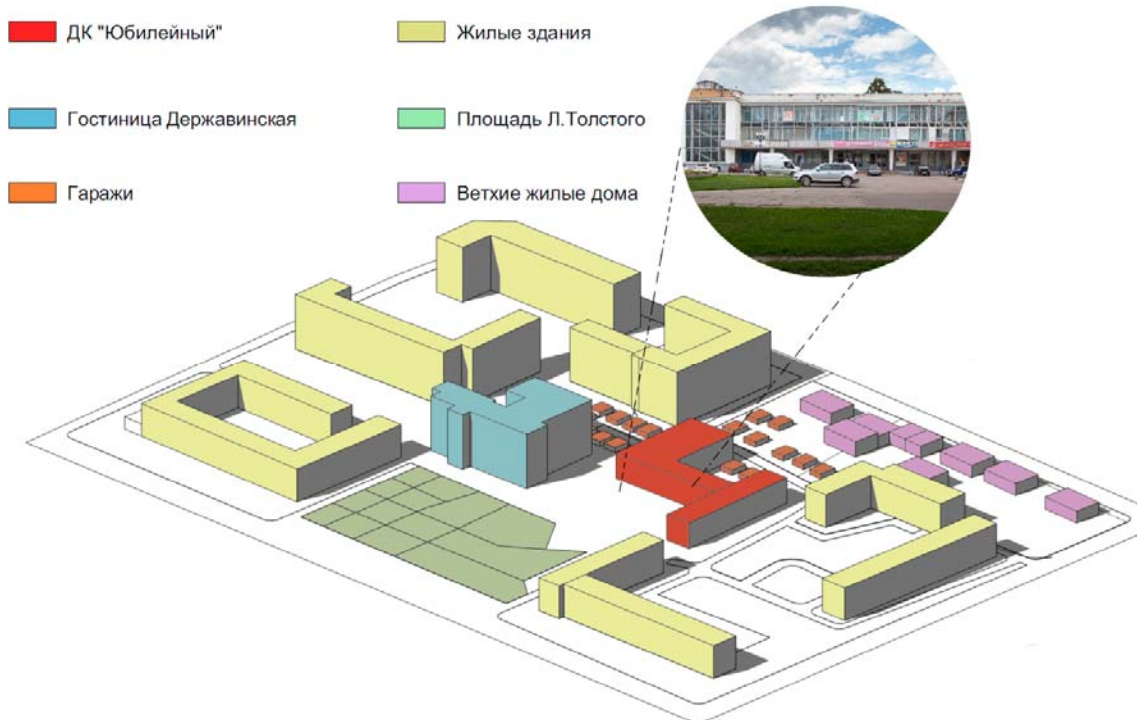


Рисунок 3 – Окружение здания ДК «Юбилейный»

Здание имеет два зала, один маленький кинозал на 270 зрителей, другой зал вмещает около 700 зрителей, что считается большим по меркам не только советского времени, но и современной эпохи. Также в здании имеется большой спортивный зал и двухсветный зал-фойе с балконом, что делает ДК многофункциональным по использованию. Напротив самого ДК имеется площадь Льва Толстого, что позволяет наблюдать со второго этажа здания озелененную территорию, а не асфальтированную дорогу с массой машин. ДК «Юбилейный» расположен в центральной префектуре, что является лучшим местом с точки зрения доступности для жителей разных районов.

При реконструкции дома культуры предполагается оставить внутреннюю структуру здания, необходимость расширения функционального наполнения может быть реализована путем добавления пристройки и надстройки здания (рис. 4). Для определения детального технического состояния конструкций здания требуются дополнительные инженерные исследования, но сейчас понятно, что необходимые надстройки и пристройки одного-двух этажей возможны без значительных объемов работ по усилению или перестройке фундаментов и основных несущих конструкций, так как значительных дефектов стен (трещин) не наблюдается.

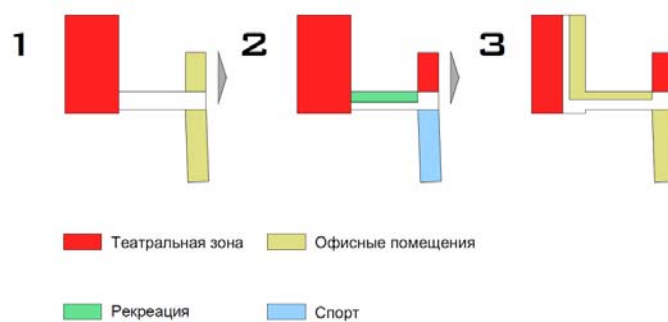


Рисунок 4 – Зонирование внутренней структуры ДК «Юбилейный» по этажам

Был проведен опрос населения об отношении к данному объекту жителей, выявлено, что 75 % взрослого населения считает его значимым объектом, но который требует реконструкции, отмечается, что в центральной части города здание выглядит устрашающе своей запущенностью. Многие респонденты говорят о том, что Дом культуры нужен жителям для проведения досуга, культурного просвещения, развития взрослых и детей, вспоминают разнообразие функций в период 60-80 гг. Поэтому можно сделать вывод, что здание требует реконструкции, но при этом необходимо сохранить его первоначальную функцию.

Отметим, что изучение домов культуры Тамбова, пока находится в начале своего пути. Проектирование и строительство большинства домов культуры в городе приходится на советское время, в особенности, на послевоенный период. Многие здания ДК строились по типовым проектам, но с учетом особенностей конкретного района, четкой функциональной структурой внутренней планировки, с применением новых долговечных материалов (бетон, камень, облицовочные плиты). Сама идея создания данного общественного учреждения дала архитекторам вектор для реализации своих замыслов. Помимо развлекательных программ, задачей ДК было воспитание идеального советского человека. Заводы строили здания ДК для воспитания культурно-развитого и патриотичного рабочего.

Состояние многих домов культуры в Тамбове в настоящее время требует реконструкции. Несмотря на неприглядный внешний вид, смену собственников, непрофильное использование ДК в Тамбове остаются площадками для проведения мероприятий, концертов, выставок. Вопрос о возрождении полноценной работы районных домов культуры в Тамбове поднимается довольно часто, что позволяет говорить об актуальности темы исследования

Список использованных источников

1. Бархин, М. Г. Архитектура и город. Проблемы развития советского зодчества / М.Г. Бархин. – М., Наука, 1979. – 223 с.
2. Жолтовский, И.В. Проекты и постройки. Альбом / И. В. Жолтовский. – М. : Госстройиздат, 1955. – 159 с.
3. Журнал Современная архитектура 1926-05-06.

4. Красильников Ю. Д. Учреждения культуры — опорные базы партийных комитетов. М., 1974. С. 21
5. Хан-Магомедов, С. Сто шедевров советского архитектурного авангарда. Билингва /С. Хан-Магомедов. – М.: Едиториал УРСС, 2004. – 230с.
6. Хазанова, В. Э. Клубная жизнь и архитектура клуба 1917–1941 / В. Э. Хазанова. – М., 2000. – 159 с.
7. Былинкин Н.П., Калмыкова В.Н., Рябушина А.В., Сергеева Г.В. История советской архитектуры. М.: Стройиздат, 1985. – 256 с.
8. Роль культуры в решении социальных проблем муниципальных образований Курганской области: Электронный ресурс. Режим доступа: http://kodnt.kurganobl.ru/index.php?option=com_content&view=article&id=358:q-q&catid=48 (дата обращения 27.02.2021)
9. Учреждения культуры: Электронный ресурс. Режим доступа: <https://www.booksite.ru/fulltext/1/001/008/107/010.htm> (дата обращения 27.02.2021)

УДК 624.15

67.07.03 Теория архитектуры

АРХИТЕКТУРНЫЕ И КОНСТРУКТИВНЫЕ СИСТЕМЫ В ЙЕМЕНЕ

Аль-Бухейти А.Я.

*ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет»
Аспирант кафедры «Конструкции зданий и сооружений»
тел.: +79004938460, e-mail: al_bukhaiti@mail.ru*

Леденёв В.В.

*ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет»
Д-р техн. наук, проф. кафедры «Конструкции зданий и сооружений»*

Савинов Я.В.

*ООО СП «Мостострой»
Канд. техн. наук, эксперт инновационных проектов*

Умнова О.В.

*ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет»
Канд. техн. наук, доцент, заведующая кафедрой «Конструкции зданий и сооружений»*

Кейта Яя

*ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет»
Аспирант кафедры «Конструкции зданий и сооружений»*

Систематизированы конструктивные схемы ранее построенных и строящихся жилых зданий в Йемене. Рассмотрены направления развития архитектурно-конструктивных решений.

Ключевые слова. Здание, конструкция, основание, проектирование, классификация, архитектура, строительство, плотность населения, прочность, надежность.

В Йемене находятся несколько замечательных архитектурных сооружений исламской эпохи. К достопримечательностям относятся сделанные из необожженного кирпича здания в Сане, Хаддже и Шибаме. Конусообразные сооружения из местной древесины строятся в Тихаме.

1. Искусство древней архитектуры

Столица Йемена Сана – один из самых своеобразных городов мира. Со времен средневековья облик города сохранился полностью. ЮНЕСКО включила город в список памятников мировой культуры, которые надо сохранять в первозданном состоянии.

Старый город – своеобразный музей йеменской архитектуры. Здесь совсем нет построек в европейском стиле. Его окружает толстая глинобитная стена, в которой семь ворот. Это город своеобразных многоэтажных домов, сказочно нарядных. Границы между этажами, окна и двери обведены узорами из широких белых полос. На плоских, огороженных зубчатыми парапетами крышах располагаются павильоны для приема гостей.

Йемен имеет интересные архитектурные памятники. Сана известна с I в. н.э. С X в. была резиденцией зейдитских имамов. Туристов привлекают республиканский дворец (бывший дворец имама) а также старый город окруженный крепостными стенами и знаменитый рынок золота серебра кожи и

ковров. Главная достопримечательность – одна из святынь мусульман-зейдитов – мечеть аль-Джама аль-Кебир (VII — XII вв.).

Рассмотрим древние образцы архитектуры и строительства в Йемене (рис.1-5). Зданиям более ста лет. Длина этажа не является фиксированной. Она может отличаться от одного к другому. Нижние этажи нежилые они предназначены для хранения вещей и продуктов, расположения скважины. являются вестибюлем. Высоты этажей не превышают трёх метров. Уменьшается в спальнях, жилых комнатах семьи, ванных и кухнях.

Город Сана – расположен на вершине вулканической горы на высоте более двух тысяч метров от уровня моря. Верхний слой грунта плодородная сельскохозяйственная почва, ниже залегают известняки и вулканическая камина. Грунты засоленные.

В старых домах фундаменты делали в виде каменных опор. Для этого использовали чёрный камень, стойкий к соляной агрессивной среды. В качестве вяжущего использовали глину.

Этажи домов делали разной длины с уменьшением снизу вверх. Размеры окон наоборот увеличили снизу в верх с целью безопасности от враждующих племён.

Наблюдения показали что долговечность заданий зависит от конструктивных решений, действующих нагрузок, стабильности основания и качество эксплуатации.

Общий вид старого города показан на фото 1.



Фото 1 – Старый город Сана: а, б- общий вид, в- ворота (вход в город), г- сад

Некоторые общины поселились на горных склонах. Дома ставили параллельно, рядом или отдельно. На возвышенностях строили храмы, состоящие из основного здания и коридоров с выходом во двор окружённый рядом колонн. Вход в комплекс был один через главные ворота.

Основное население жило и живёт в горных и прибрежных районах, а небольшая часть в пустынях. В высоких горных районах жители строили дома из камней, извлечённых из гор. Из них же строили храмы, дворцы и дороги. Стены достаточно толстые (50...60) см. Они защищали от холода и чрезмерного нагревания. В низких прибрежных районах в качестве связующего кладки применяли перемещению глину с соломой (кладка поллак). Фасады зданий в Йемене украшают цветными орнаментами из стекла (фото 3,4).

Основные достопримечательности: Древний Мариб Плотина, Отруби Храм (престол Балкис), Ав-вам (Мухаррам Балкис), глава Храма Бога, Храм Сарвах.

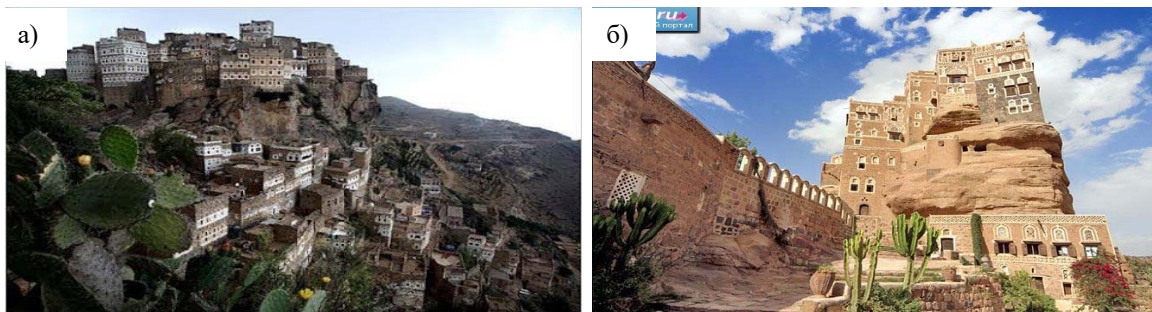


Фото 2 – Строительство на возвышенности (а) и скале (б)

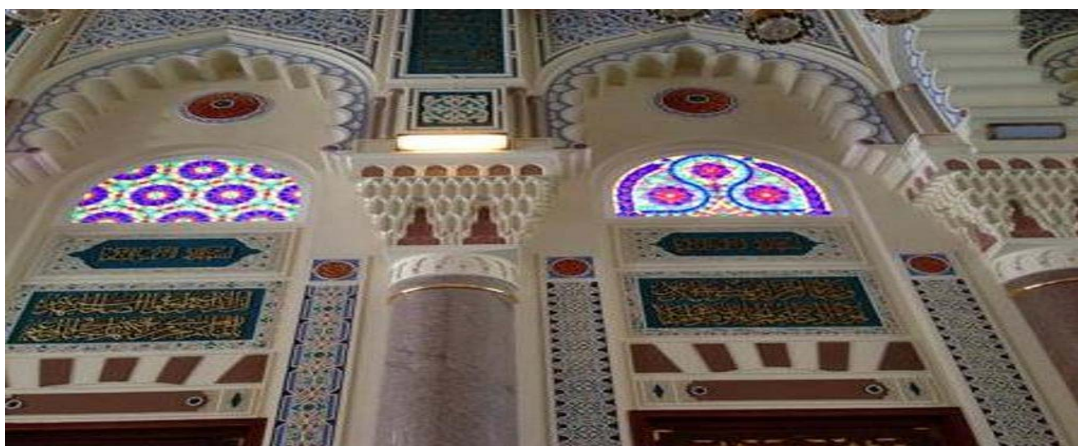


Фото 3 – Украшения и надписи на зданиях в Йемене

Мечеть Аль-Саллех одна из крупнейших мечетей в мире с шестью минаретами по сто метров каждый, площадь главного зала - больше 13,5 тыс. квадратных метров. Внутри богато и пышно, например, гигантские люстры из чешского стекла, которые нависают над головой (фото 4).



Фото 4 – Мечеть Аль-Саллех

В долине Дхар стоит скала, в которую искусственно встроен дом, который раньше был летней резиденцией Имама (Фото 5). Считается, что самый первый дворец здесь был построен ещё в доисламский период. Турками он был разрушен и перестроен в конце 18 века. Остались старинные жернова, каменные стиральные плиты, древние чайники-тарелки. Иногда здесь исполняют национальные танцы с джамбиями. Из верхнего окна видна площадка, где часто проходят свадебные гуляния с песнями и стрельбой.



Фото 5 – Скала в долине Дхар

Шибам - город небоскрёбов в пустыне (фото 6,7). Дома собираются из сырцового кирпича, покрытого снаружи смесью из глины и соломы. Они тянутся к облакам и жмутся друг к другу - стоят сплошной стеной, образуя оборонительный город. Некоторые небоскребы выше 25 метров. Каждый новый этаж указывает на пополнение в семье: чем больше род, тем выше дом.

Шибам-город в Хадрамауте (Йемен). Он славится своей ни с чем не сравнимой архитектурой, которая включена в программу Всемирного наследия ЮНЕСКО. Шибам нередко называют «городом старейших в мире небоскрёбов» или «пустынным Манхэттеном». Этот город — ярчайший пример вертикального строительства (фото 6).

В Шибаме находятся самые высокие глиняные здания в мире. Некоторые возвышаются на 30 м и более (фото 6,а,в,г). Средняя высота стен домов – (20...25) м. Стены постепенно сужаются кверху. Самые высокие дома в Шибаме 8-этажные, но чаще встречаются 5-6-этажные. Все дома построены из сырцового кирпича, высушенного прямо на солнце. Средний срок службы такого дома составляет (2...3) столетия. Старейший дом Шибамы датируется 1609 г. Большая же часть домов построена с 1880 по 1915 гг.



Фото 6 – Город Шибам: а,б,г- архитектурные решения зданий; б-общий вид города

Шибам – древнейший пример вертикального строительства городов. По мере увеличения высоты строения толщина стен постепенно уменьшается. Стены кирпичные (фото 6).



Фото 7 – Кирпичи, использованные для возведения зданий

2. Современная архитектура Йемена

Отличается сочетанием местных традиций и современных достижений в архитектуре и строительной науке. Использование эффективных материалов и конструкций открывает широкие возможности в проектировании и строительстве зданий разной планировки архитектурных форм для сложных рельефов местности, грунтовых условий, нагрузок и воздействии при создании комфортных условий проживания и окружающей территории, т. е. строительство переходит от опытного подхода к научному (фото 8,9).

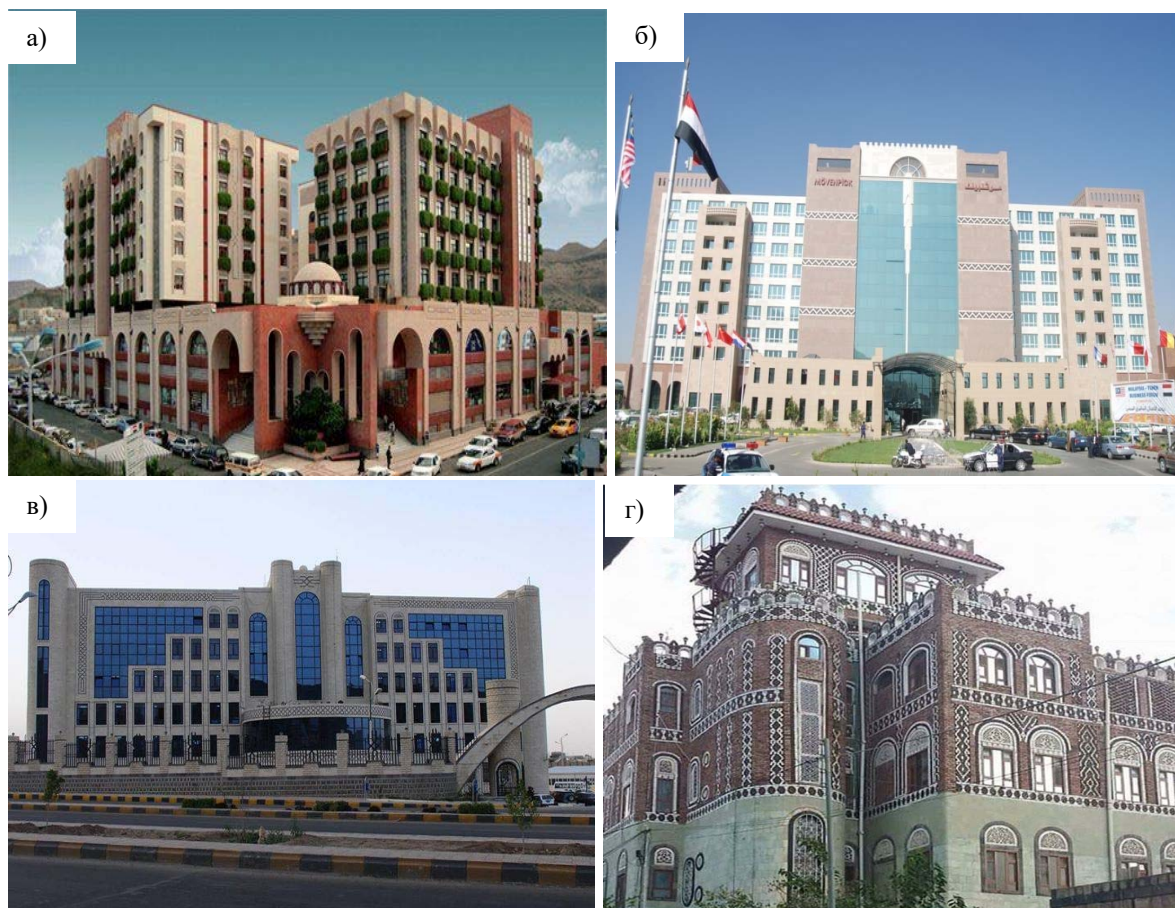


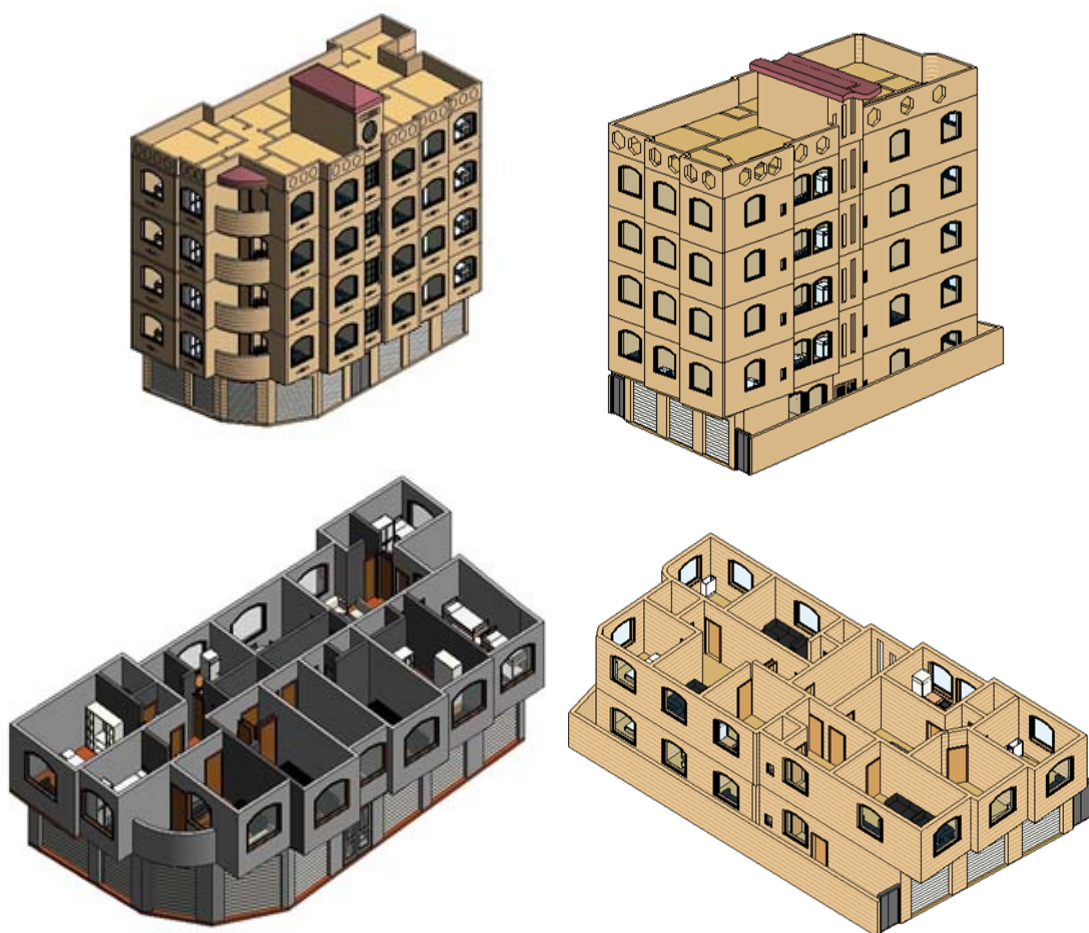
Фото 8 – Здания в Санае: а- торговый центр Ливия; б- гостиница мовнбик; в- министерство нефти; г- дом в частном секторе

Некоторые из новых зданий в Йемене построены по современным стандартам в мировой архитектуре в мире, а другие в традиционном стиле.



Фото 9 – Проекты йемендизаина в новом сале

А.Я. Аль-Бухейти разработал архитектурно - планировочные решения для жилых домов с учетом местных и российских норм проектирования (рис.10).



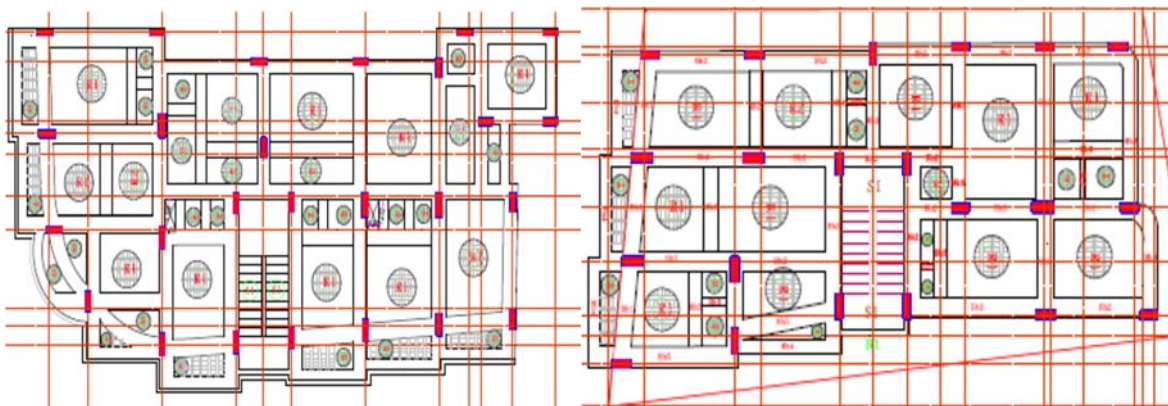


Рисунок 10 – Проекты Аль-Бухейти Али в новом Сане

3. Структурные системы, используемые в йеменском строительстве и архитектуре

Конструктивная система различается в зависимости от размеров, важности возведения объектов. При этом учитываются: конструктивное решение, нагрузки и воздействия, особенности эксплуатации, требования к зданию и его долговечности, надежности, стоимости, энерго - эффективности, системам управления и защиты. Особое внимание уделяется архитектурно - художественному облику зданий. В основном это жилые дома, коммерческие, общественные и производственные здания.

Структурные строительные системы. Их разделяют на три типа:

- несущие стены
- конструктивные системы
- пространственные системы

В первом случае стены первого этажа делают толще (40...60) см., а следующих этажах уменьшаются по высоте зданий не более пяти этажей. Она зависит от нагрузок, строительных материалов и несущей способности грунта основания. Фундаменты применяют ленточными шириной на (10...20) см толще стен. Здания возводят в основном из кирпича, камня и бетона или железобетона. В каменных зданиях стараются ограничить размеры проемов и отверстий в стенах. В таких зданиях трудно внести коррективы в планировку. Бетонные или железобетонные здания возводят сборными, монолитными или сборно-монолитными. Также здания, как правило, многоэтажные сейсмостойкие. Во втором случае (конструктивные системы) здания строят из железобетона или сталебетона. Можно выделить три основных типа систем: балочно-шахтные, рамные и стропильные.

Балочно-шахтные включают плиты, балки, колонны и фундаменты. Нагрузка передается с перекрытий и стен на балки далее на колонны, фундаменты и грунты основания. Стены часто являются самонесущими ограждающими конструкциями или перегородками (рис.11). Такие здания достигают 30 этажей и более. Вблизи морей эти системы не применяют.

Рамные несущие системы отличаются разнообразием. Они состоят из вертикальных стоек, горизонтальных или наклонных балок, жестко связанных со стойками. Строительные несущие системы из двух балок расположенных в вертикальной плоскости, соединенных распорками и стойками, образуют треугольники или прямоугольники. Узловые соединения, как правило, болтовые шарнирные. Нагрузка с крыши передается на фермы, поперечные балки и далее через колонны на основание.

Оболочечные покрытия наиболее эффективными вблизи больших водоёмов. Наряду с архитектурной выразительностью или перекрывают большие площади без внутренних колонн: гимназии, стадионы, мечети, театры, учебные залы, мастерские и др.

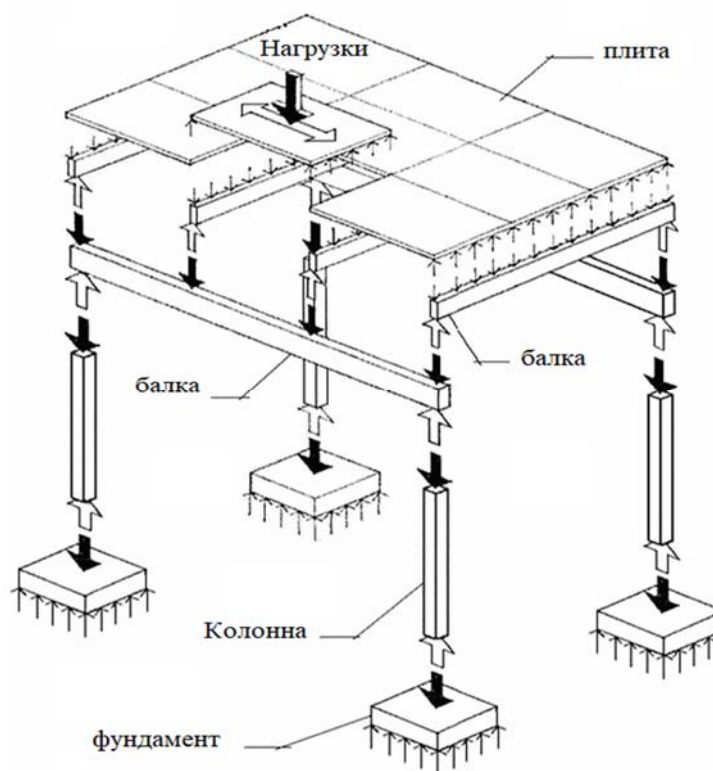


Рисунок 11 – Передача нагрузок в балочно-колонной системе

Применяют разные конструктивные решения (рис. 12):

- плиты толщиной (10...16) см опираются на балки, далее колонны, фундаменты и грунтовые основание; такая система отличается сейсмостойкостью и экономичностью, площадь опирания не превышает 25м².

- плита опирается непосредственно на колонны; толщина плит составляет (16...25)см, площадь покрытия до 50 м²; система также является эффективной не воздействия ветра и сейсмических нагрузок.

- (hollow block slab) перекрываются 144 м² площади, толщина плит от 25 до 35 см; система эффективна при больших динамических и временных нагрузках.

- Панельная балка (ranneld beam)- сплошная плита опирается на внутренние поперечные балки.

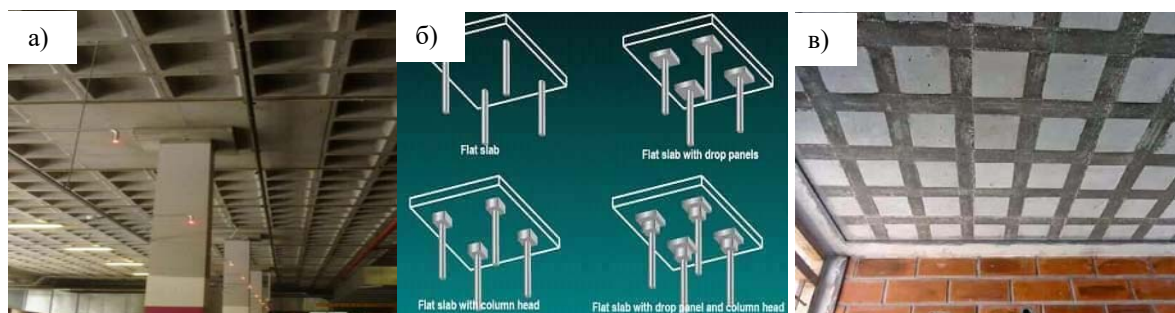


Рисунок 12 – Структурные системы: вафельные плиты (а), плоская плита (б), пустотная блочная плита (в)

Современные направления в жилищном строительстве жилых зданий в значительной степени определяют архитектурный облик города (Т. Г. Маклакова, 2004). Повышаются требования к жилью. Так появляются первые I и II категории комфорта, понятия элитного жилья (малоэтажные дома, класса люкс, экстра, люди предпочитают жить автономно с соседями своего круга). Особое внимание уделяют выбору и оптимизации:

- Объёмно - композиционной структуре дома
- архитектурно - планировочным решениям секций и квартир.

При этом архитектор должен видеть перспективы развития параметров современного жилья, опираясь на научную базу, зарубежный и отечественный опыт.

Ставится задача снижения расхода тепла, улучшение звукоизоляции, повышение комфортности и надёжности, улучшения жилищных условий населения.

Заключение

1. Территория г. Сана имеет сложный рельеф, включая возвышенность из вулканических отложений высотой более 2 км над уровнем моря, крутые склоны, незаемимость, район сейсмический, засушливый со значительной нагрузкой. Грунты верхнего слоя неоднородные по составу и по сжимаемости с включением крупных камней, обладают солевой агрессией, склонны к оползням.

2. Проведены технические обследования и предложены классификации жилых домов старой постройки. Строительство велось без проектов, опираясь на приобретенный опыт с использованием местных материалов. Особое внимание уделялось архитектурной выразительности, в первую очередь, фасадов, защите от нападений различных племен и практической целесообразности планировочных решений с учётом сложившихся традиций. Возраст отдельных домов превышает 200 лет.

3. Современное строительство всё в большей степени ориентируется на созданную нормативную базу с использованием эффективных материалов, технологий, с обеспечением комфортных условий проживания. Обеспечиваются требования по энергоёмкости, звукоизоляции, защите от неблагоприятных явлений и процессов, повышения сейсмостойкости и живучести.

4. Предложена классификация по применяемым конструктивным решениям. Приоритетной является наружное архитектурно - декоративное убранство зданий с сохранением местного колорита.

5. Приведены конструктивные разработки А. Я. Аль-Бухейти для внедрения в практику. При этом учитываются и российские нормы проектирования.

Список использованных источников

1. <https://ar.wikipedia.org/wiki>
2. <http://www.referatbank.ru/referat/preview/43420/referat-yemen.html>
3. <http://tanjand.livejournal.com/1010208.html>
4. <http://yemen-club.ru/index.php?id=11>
5. http://travel.rambler.ru/guide/middle_east/yemen/places/attractions/architecture/
6. <https://www.business4lions.com/2019/09/Structure-systems.html>
7. Федеральный закон N184 «О техническом регулировании»
8. Федеральный закон N384-ФЗ «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений»

УДК 728.03

67.07.11: Национальные особенности архитектуры

ТИПОЛОГИЯ ЖИЛЫХ ЗДАНИЙ В СИРИЙСКОЙ АРАБСКОЙ РЕСПУБЛИКЕ

Филимошкина К.В.,

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

Али Али,

*ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», магистрант,
e-mail: engalisali91@gmail.com*

Горохов С.И.,

*ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», студент,
e-mail: sergei.g09@gmail.com*

Исторически так сложилось, что в архитектуре Сирийской Арабской Республики выделяют несколько типовых видов зданий. Палатки – это приюты кочевников, используемые бедуинами как жилище. Их легко установить и снять для переноса на другое местоположение. Жизнь кочевников связана с овцеводством, что означает постоянное перемещение с места на место в поисках пастбищ и подходящей среды для домашнего скота. Обычно они передвигаются по пустыне, в равнинах, в восточных районах Сирии, у берегов реки Евфрат и недалеко от границы с Турцией. Другим видом типового здания является базовый дом. Он состоит из двух совмещенных зон. Первая зона поделена на две части. Одна

часть является открытой, находится перед домом и называется «Мастаба». Обычно эту часть дома используют для отдыха. В другой части находилась смешанная зона по видам деятельности. С одной стороны расположена спальня, а с другой - кухня и место для хранения продуктов. На задней части дома находится вторая зона, называемая «Зрибех». Она используется для содержания различного скота. Яркий пример типового здания – дом с «риваком» (рисунок 1). Он состоит из нескольких совмещенных комнат. Жилая зона связана с каждой другой через крытую галерею под названием «Ривак», которая располагается вдоль всего фасада ^[6]. Этот тип домов распространен в деревнях Южного региона Сирии, к северу от Дамаска. Такой дом используют только для проживания людей без скота.

Дом с «ливанью» можно найти в районе, который расположен к северу от Дамаска. Этот дом имеет трехстороннюю структуру, состоящую из трех совмещенных блоков. Два блока жилые и один центральный. Он является открытым снаружи и называется «ливань» (рисунок 1). Связь между двумя жилыми блоками проходит через «ливань», которая используется как распределительное пространство. Этот типовой дом является сельским многофункциональным. Он может использоваться для проживания, так же в нем могут быть устроены различные местные мастерские и как слад. «Ливань» может быть использована как приют для домашних животных.



Рисунок 1 – Примеры Сирийских домов:
а) дом с «риваком»; б) дом с «ливанью»

Следующим примером типового здания является сельский дом с двором (рисунок 2). Разница между городской и загородной жизнью имеет большое влияние на типологию строительства и форм домов. Строительные материалы построек в центральных районах имеют различия от построек на окраинах Сирийских городов. Жизнь в деревне зависит от сельского хозяйства и животноводства. Этот образ жизни требует пристроить двор к дому. Этот двор используется как личное пространство и может быть не в окружении комнат ^[1]. Также дом может иметь специальные зоны для разведения животных (лошадей, различных птиц и т.д.) и для хранения сезонных овощей и фруктов. Примеры таких домов были найдены в окрестностях города Алеппо, в городе Сфире, где распространены грязевые строения и преобладает использование глиняных куполов в кровле. Эта постройка основана на использовании одного основного блока 4x4 м. Сверху возводили купола. Чем больше дом, тем богаче владелец, чем больше постройка, тем больше двор. Хотя эти дома никогда не поднимались выше земли на один этаж, выяснилось, что они обычно делились на несколько секций: дневные секции, с комнатами для мужчин и для женщин, кухня и подсобные помещения, в том числе «Танур» (традиционная печь), спальня часть и специальная зона для животных, со стойлами для животных. Наиболее характерная черта этих зданий – ограниченное количество отверстий. В большинстве случаев устанавливалась входная дверь и небольшое вертикальное длинное окно. Было замечено, что местные жители проделывали дыру в помещении с куполом для складского помещения. В нее засыпали зерно, а потом запечатывали. Внутренние стены дома обычно покрывали известковым раствором. Грязь использовалась в качестве основного строительного материала во многих других сельских районах и с другой типологией зданий и формой. Можно найти дома из грязи и дома из грубого камня в окрестностях Дамаска и Гуты ^[2]. Такие здания изготавливались на деревянных каркасах и часто были двух этажей – высокие. В других случаях типологии городского строительства предпочтительнее было включить в постройку частный двор, который был полностью окружен комнатами. Иногда некоторые архитектурные элементы города также применялись в постройке сельского дома. Например, дом с «ливанью», но в гораздо более простом варианте с использованием конструкций из более дешевых материалов: деревянные крыши, покрытые растениями или стены из глины и кирпича.



Рисунок 2 – Сельский дом с двором

Городской дом с двором (рисунок 3) является одной из наиболее распространенных типологий зданий в Сирии – это традиционный дом во дворе. Его можно найти как во всех сирийских городах, так и во всех странах Средиземноморья. Для этой типологии зданий характерно небольшое количество относительно небольших проемов во внешнем фасаде и большое количество отверстий, выходящих на внутреннюю сторону двора. Традиционные дома различаются по размеру и уровню красоты. Внутренние помещения различаются по количеству и размеру от дома к дому, хотя все они имеют одну общую черту: открытый двор. Он придает жильцам ощущение уединения. Внутренний двор используется в качестве сада и центра хозяйственной деятельности. Вокруг него расположены все комнаты и открытое место для сбора. В больших и средних домах в центре двора установлен фонтан для освежения воздуха. Также во многих традиционных дворах выращиваются деревья, которые добавляют тень и жизнь в район ^[4]. Традиционные арабские дома, как известно, гостеприимны в окружающей среде и дружелюбны, как по своему дизайну, так и по структуре. Например, дворы оборудованы множеством элементов, способствующих увлажнению воздуха (деревья и фонтаны). Толстые стены и крыша являются хорошими изоляторами. Они помогают стабилизировать температуру в помещении, а выступающие элементы фасада создают тень. Некоторые элементы появились в традиционном городском доме для увеличения количества затененных участков, таких как: 1) использование выступов и карнизов на внешней стороне фасада или на внутренней стороне двора, на фасадах, выходящих на двор; 2) использование «Кишков» (выступающих деревянных киосков) для того, чтобы закрыть проемы во внешней стене. Редко используется на внутренней стороне фасада; 3) в некоторых традиционных домах сад на крыше используется как способ для уменьшения тепла в доме; 4) крытые улицы защищают внешние стены от прямых солнечных лучей. Традиционные дома в городских районах также содержат много архитектурных элементов, обеспечивающих естественный поток воздуха через все пространство ^[3]. Комнаты такого здания имеют высокие потолки, а основные помещения дома устроены так, чтобы осуществлялась естественная вентиляция.



Рисунок 3 – Городской дом с двором

Во всем восточном Средиземноморье можно найти характерные и общие типологии, которые носят имя страны. Ливанский дом (рисунок 4) появился во второй половине XIX века и связан с османской современностью и развитием среднего класса в этом районе. Эта типология представляет собой большое изменение в организации пространства. Пространство в традиционном доме – это результат внедрения новых промышленных материалов, а также новых городских норм и программ развития. Центральный зал – главный элемент Ливанского дома. Вокруг этого зала или большого центрального зала, находятся несколько комнат для проживания. Фасадные помещения открываются снаружи через витиеватое окно с тройной аркой. В таких домах часто устраивают балкон, который продлевает комнату в сторону сада или улицы [5]. Ливанский дом, который обычно встречается в Сирии, является скромным по сравнению с домами в Бейруте. Но Ливанские дома действительно самые современные традиционные дома среднего класса в Сирии. Они встречаются по всему Средиземноморью Сирии.



Рисунок 4 – Ливанский дом

Яркими архитектурными памятниками стали мечети. Одной из множества является мечеть Омейядов (рисунок 5), которую перестроили из церкви в 705...715 гг. С момента постройки мечети Омейядов в Дамаске в арабской архитектуре надолго утвердился тип многоколонной мечети или дома с аркадой. На строительстве были заняты тысячи ремесленников, архитекторов, золотых дел мастеров, многие из которых были привезены из Греции и Рима. Эта мечеть пережила шесть пожаров, но каждый раз, перестраивалась и восстанавливалась. Она стала шедевром дамаской архитектуры.



Рисунок 5 – Мечеть Омейядов в Дамаске

Великая мечеть в городе Алеппо или Мечеть Омейядов (рисунок 6) была построена в 715 году. Великая мечеть – самая старая и крупная мечеть в Алеппо. Особенно примечателен 45-метровый минарет, который был отреставрирован во времена Абул Хасана Мухаммада в 1090 году. К сожалению, за свою историю мечеть подверглась разрушению после пожара, что позволило султану Нур эд-Дину Зенгиду в 1169 году восстановить и несколько расширить ее площадь. Минарет украшен резными надписями и орнаментом. Двор знаменит черно-белой каменной мостовой, которая образует различные геометрические фигуры.



Рисунок 6 – Великая мечеть в Алеппо

Таким образом, были выделены традиционные жилые дома, имеющие различные типы внутренних дворов: первый тип дамасского дома с замкнутым по периметру двором; второй тип дамасского дома, в котором имеет место двор с ливаном; третий тип дамасского дома, в котором присутствует айван-галерея (аркада); четвертый тип дамасского дома, в котором имеет место комбинированный двор с ливаном и айван – галерей.

Список использованных источников

1. Аллан Хуссейн М.Я.А Специфика функционально-планировочного зонирования традиционных жилых строений городов / М.Я.А. Аллан Хуссейн, В.А. Михайлов, А.В. Ерофеев // Современные проблемы строительной науки [Электронный ресурс] : сб. науч. тр. междунар. науч.-практ. конф., 8-10 февраля 2017 г. - Электрон. текстовые дан. - Липецк: Изд-во Липецкого государственного технического университета, 2017. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM) ; 12 см. - Систем. требования: свободное место на HDD – 100 Мб; Windows XP и выше; Adobe Acrobat Reader; дисковод CD-ROM. - Загл. с контейнера. С. 225-231
2. Erofeev A.V. Historical development of the natural stone from a structural element to an element of decoration / A.V. Erofeev, V.A. Mikhailov, V.V. Popov // THE WORLD OF SCIENCE WITHOUT BORDERS conference proceedings. Издательство: Издательство федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования "Тамбовский государственный технический университет" Tambov, 16 февраля 2018 г. С. 188-190
3. Ерофеев А.В. Основные типы традиционных жилых домов в республике Йемен / А.В. Ерофеев, Х.М. Аллан, В.А. Михайлова // World science: problems and innovations: сборник статей XI Международ. науч.-техн. конф. Пенза: МЦНС «Наука и Просвещение». – 2017. С. 298-302
4. Кузнецова Е.В. Методы маскировки зданий стиля «невидимой» архитектуры, применяемые в пределах городской черты / Е.В. Кузнецова, А.В. Ерофеев // Проблемы техногенной безопасности и устойчивого развития: Сборник научных статей молодых ученых, аспирантов и студентов. Тамбов: Издательство ФГБОУ ВО «ТГТУ», 2017. С.67-71
5. Кузнецова Е.В. Применение стекла в стиле «невидимой» архитектуры / Е.В. Кузнецова, А.В. Ерофеев, Р.Н. Дранников // Строительство: новые технологии – новое оборудование. №4/2018 С. 49-52
6. Кузнецова Е.В. Стекло как один из основных материалов стиля «невидимой» архитектуры / Е.В. Кузнецова, А.В. Ерофеев, Р.Н. Дранников // Устойчивое развитие региона: архитектура, строительство, транспорт: Материалы 4-ой междунар. науч.-практ. конф. Тамбов: Издательство Першина Р.В., 2017. С. 259-264

ОЦЕНКА ВОЗМОЖНОСТИ СОХРАНЕНИЯ ИСТОРИЧЕСКИ СЛОЖИВШЕЙСЯ ЗАСТРОЙКИ ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЧАСТИ ТАМБОВА В ПРОЦЕССЕ РЕНОВАЦИИ

Жабина А.С.,

*ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», магистрант
кафедры «Городское строительство и автомобильные дороги»
e-mail: zhabina.1997@mail.ru*

Леденёв В.И.,

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

Сложившаяся практика застройки центральной части Тамбова связана с безуспешными попытками придать историческому городу уровень качества, который соответствует современным представлениям о динамично работающей постиндустриальной среде с ее культурными притязаниями, многофункциональным насыщением уличного пространства и общим избытком сегодняшних общественных коммуникаций. Это приводит к практически повсеместному использованию проектов, основанных на точечной высотной застройке, более специфической для спальных районов. В результате разрушается общее восприятие исторической застройки.

В настоящее время в реестре недвижимых объектов культурного наследия регионального значения Тамбова числится 202 здания-памятника. Из них 106 зданий используется в качестве жилых. На настоящий момент 33 жилых дома признаны аварийными [1]. При этом почти половина из жилых зданий, являющихся объектами культурного наследия, имеет физический износ более 55% и, соответственно, находятся в неудовлетворительном техническом состоянии. Почти такое же состояние имеют объекты культурного наследия, эксплуатируемые в качестве зданий другого, кроме жилья, назначения.

Анализ сложившейся ситуации указывает на необходимость принятия неотложных мер по сохранению объектов культурного наследия, расположенных на территории Тамбова. При решении этой задачи следует учитывать причины, приведшие к такому состоянию недвижимые объекты культурного наследия [2].

Существует несколько основных причин. На наш взгляд, одной из главных среди них является неоправданное расширение списка объектов культурного наследия в 90-х годах 20-го века. В этот период в реестр зданий-памятников было внесено большое количество жилых домов. Присвоение статуса памятника производилось в основном по формальным признакам. При этом совсем не учитывалось их текущее техническое состояние и возможность дальнейшей надежной эксплуатации. В реестр были включены здания, находящиеся не только в неудовлетворительном, но и имеющие аварийное техническое состояние, а также отдельные объекты в руинированном виде. Такое количество памятников создало значительные затруднения для муниципального бюджета по их содержанию, а также привело к сложностям в развитии застройки из-за необходимости введения вокруг памятников больших охранных зон. В настоящее время требуются внушительные средства для приведения недвижимых памятников в надлежащее состояние. Для большинства объектов культурного наследия в настоящее время не определены источники финансирования. Связано это с тем, что у многих из зданий-памятников нет собственников или постоянных арендаторов. Из-за обременений, возникающих при содержании зданий с таким техническим состоянием, и из-за необходимости обязательного выполнения ремонтно-реставрационных работ приобретение объектов в собственное владение или их долгосрочная аренда затруднены.

Неудовлетворительное техническое состояние зданий-памятников во многом связано с низкой степенью их капитальности и большими фактическими сроками службы. Выполненная оценка конструктивных решений зданий-памятников общественного назначения показала, что они по типу несущих конструкций относятся к зданиям, имеющим 4-5 степени капитальности со сроками службы 100-80 лет [3]. Здания-памятники жилого назначения имеют 3-4 степени капитальности со сроками службы согласно 100-90 лет [3]. Фактические сроки службы зданий-памятников Тамбова составляют 150-105 лет. Обследование зданий-памятников показывает, что эксплуатационные резервы их несущих конструкций, за исключением отдельных особо капитальных зданий, полностью исчерпаны. На многих объектах необходима полная замена деревянных перекрытий, срочное усиление и восстановление стен и фундаментов [2, 4]. При этом, как правило, требуется ремонт или полная замена всех внутренних и наружных ограждающих конструкций [4, 5, 6, 7, 8].

На сегодняшний день активно обсуждается проект реновации городской территории, расположенной в центральной части города в границах улиц Ленинградской, Базарной, Комсомольской и К. Маркса. Еще в 2016 году администрация города заключила соответствующий договор с застройщиком. На сегодняшний день в границах этого квартала находятся десятки жилых домов, которые при реновации предполагается снести (рисунок 1). Сейчас управление архитектуры и градостроительства области разместило на своём официальном сайте документы, раскрывающие будущий архитектурный облик квартала [9].



Рисунок 1. Проект планировки части застроенной территории в границах улиц Ленинградской, Базарной, Комсомольской, К. Маркса в г. Тамбове

На данной территории, согласно проекту, предлагается вместо ветхих зданий разместить шесть 8-этажных, два 5-этажных и четыре 6-этажных домов, спортивный клуб, подземную парковку на 90 мест, центр обслуживания, включающий в себя четыре отдельно стоящих здания, а также объекты инфраструктуры – трансформаторные и газораспределительные подстанции, сети газо-, водо- и электроснабжения. Согласно расчетам в новом элитном комплексе, как утверждает застройщик «с повышенным уровнем комфортности», смогут расположиться чуть больше 1300 человек [9]. При этом на каждого собственника будет приходиться вдвое больше общей площади жилья, чем положено по нормативам.

Для реализации проекта строителям придётся снести все расположенные в квартале старые дома, за исключением тех, которые являются историческими объектами. Таких в квартале три: памятник регионального значения «Дом С. Я. Красильникова» на ул. Базарной, 77/80; выявленный объект культурного наследия «Дом жилой» по ул. Ленинградской, 49; объект историко-градостроительной среды по ул. Ленинградской, 57. Все эти здания, по мнению разработчиков проекта, могут быть приспособлены для современного использования. В них предлагается разместить магазины. Данный проект является типичным проектом реновации застройки. Однако в случае исторической застройки его следует использовать со значительной степенью осторожности.

Максимальной задачей в настоящее время является сохранение и обеспечение эксплуатационной надежности зданий-памятников, используемых в качестве жилых домов [10, 11]. До революции любой двор этих зданий являлся самостоятельным домовладением. В последующем эти территории стали общим коммунальным пространством. Практически все квартиры в домах-памятниках приватизированы и, соответственно, расходы по выполнению ремонтно-реставрационных работ в них ложится на собственников жилья. В то же время опрос владельцев приватизированных квартир показывает, что большинство из них не понимают суть проблемы и не готовы финансировать реставрационные работы. В настоящее время нет надежных механизмов по принуждению жильцов к финансированию этих работ. В конечном итоге дома-памятники становятся бесхозными и их поджидает участь полного, ускоренного разрушения.

Сохранение исторической застройки представляется трудоемким и затратным процессом. Однако не менее трудоемким является и процесс её реновации с сохранением элементов исторической среды города.

Реновация (от лат. *Renovatio* – обновление, возобновление) - это процесс замещения выбывающих в результате морального и физического износа объектов застройки новыми. Реновация является необходимым условием обеспечения развития городской среды. Она осуществляется путем замены отдельных выбывающих объектов этой среды и реконструкции территорий застройки.

Условно реновацию можно разделить на два типа:

- принудительную реновацию, когда при наличии официального решения сносят существующие объекты застройки;
- эволюционную реновацию, протекающую в естественных условиях и возникшую в результате накопления повреждений в объектах застройки.

Принято выделять два подхода к восстановлению поврежденных исторических объектов:

- мемориальный путь – полная детальная реставрация, воссоздание, сохранение первоначального облика здания. Такой подход актуален для памятников архитектуры;
- путь совершенствования, то есть изменения существующих зданий за счет их реконструкции.

Внутренние территории, а так же участки функциональной и архитектурно-пространственной организации города, которые не соответствуют требованиям его градостроительной системы или его направлениям развития чаще всего подлежат второму виду реновации. Снос старых и строительство новых зданий на освободившейся территории, так же планируется использовать и в подлежащем реставрации квартале.

Предложенный проект реновации квартала, на первый взгляд, является удачным решением. Размещение на освободившихся территориях элитных домов малой и средней этажности способствует некоторому уплотнению застройки квартала. Однако при этом, как правило, возникают другие проблемы, в том числе и социального плана. Сохранение исторического наследия и повышения экологических качеств среды окажутся задачами второго порядка.

При этом следует отметить, что в случае использования другого варианта реновации путем точечной замены ветхого жилья новыми зданиями будет наблюдаться стихийные изменения в застройке квартала. Так как отсутствует единый регламент застройки исторических участков города, кварталы при таком сносе превращаются в городскую среду с разнохарактерной и зачастую с резкоконтрастной застройкой, имеющей низкую степень комфортности для проживания оставшегося населения. В результате этого происходит постоянное, а иногда и целенаправленное, вытеснение коренных жителей из этих кварталов путем переселения их на территории окраинных городских застроек. В то же время, стоит отметить замечание регионального отделения Всероссийского общества охраны памятников истории и культуры о том, что намерения предложенного застройщиком проекта, идет вразрез с действующим законодательством. В генеральном плане Тамбова указано, что историческая планировка центральной части города – памятник градостроительства. При проектировании в исторической части города необходимо сохранять структуру с прямоугольной сеткой улиц и допускать строительство домов с этажностью, не превышающей пяти, а также соблюдать регламенты по охране памятников исторического наследия. В нем должны быть учтены предложения по охранному зонированию, разработанные в 1991 году Гипрогором совместно с ЦНИИП градостроительства г. Москвы и Единым областным хозрасчётным проектно-производственным архитектурно-планировочным бюро Главархитектуры Тамбовского облисполкома.

В настоящее время нет каких-либо определенных законодательных актов, в которых бы указывались конкретные меры ответственности жителей дома-памятника за его ненадлежащее содержание и несвоевременное проведение в нем ремонтных работ. Так как затраты на проведение реставрационных работ весьма существенны, а рыночная стоимость квартир в них, как правило, незначительна, вряд ли можно ожидать своевременное и качественное проведение хотя бы часть ремонтных работ за счет жильцов дома. В этом случае видимо государству необходимо обеспечить софинансирование работ по реновации. При этом обследование зданий и разработку проектной документации государство должно полностью взять на себя, обеспечивая контроль за выполнением этих работ через государственные региональные органы по охране объектов культурного наследия. Для особо значимых объектов, сохранение которых необходимо при реновации, следует предусматривать их расселение и перевод затем в здания общественного назначения с последующим их приспособлением к другим функциям. Имеющийся опыт такого решения проблемы показывает положительные результаты по сохранению зданий-памятников, ранее числившихся в реестре жилыми зданиями. Ограничение такого подхода в настоящее время связано с необходимостью больших материальных затрат по расселению жителей.

В целом произведенный анализ предложенной реновации квартала с памятниками культурно-исторического наследия показал, что в настоящее время нет однозначного решения данной проблемы. Преобладание экономического подхода в практике реновации центральной части Тамбова может привести к необратимым потерям в исторической застройке города. Необходимо иметь для каждого отдельного квартала различные сценарии реконструкции. В основе их должны лежать результаты анализа существующей градостроительной ситуации на основе мониторинга ее основных параметров (исторических, социальных, экологических и т.д.) с установлением их иерархии по отношению друг к другу и к экономическим факторам. Среди экологических факторов, которые следует учитывать при разработке проектов реновации кварталов исторической застройки, необходимо выделить защиту от шумового

загрязнения застройки после ее реновации. При разработке проектов необходимо производить оценку акустической эффективности, предлагаемых решений по шумозащите [12, 13, 14, 15, 16, 17]. Для оценки шумового режима застройки и эффективности мероприятий, следует использовать методы, рассмотренные в работах [17, 18].

Список использованных источников

1. Серегин С.И. Оценка возможности сохранения жилых зданий г. Тамбова, имеющих статус недвижимых объектов культурного наследия / С.И. Серегин, А.А. Крюкова, В.И. Леденев // В сборнике: Актуальные проблемы городского строительства. Сборник трудов Всероссийской научно-технической конференции. Под редакцией А.В. Гречишкина. 2020. С.79-84.
2. Жабина А.С. Градостроительные, экологические, социальные и технические проблемы исторической застройки Тамбова и пути их решения /А.С. Жабина, С.И. Серегин, А.А. Крюкова, В.И. Леденев // В сборнике: Устойчивое развитие региона: архитектура, строительство, транспорт. Материалы 7-ой Международной научно-практической конференции Института архитектуры, строительства и транспорта ТГТУ. 2020. – С. 129-132.
3. Прокопишин А.П. Капитальный ремонт зданий: справочник инженера-сметчика Т.1 / А.П. Прокопишин – М.: Стройиздат. 1991. – 463 с.
4. Леденев В.И. Проблемы и практика замены деревянных перекрытий при реставрации исторических кирпичных зданий / В.И. Леденев, И.С. Агапов // В сборнике: Устойчивое развитие региона: архитектура, строительство, транспорт. Материалы 6-ой Международной научно-практической конференции Института архитектуры, строительства и транспорта ТГТУ. 2019. – С. 452-454.
5. Матвеева И.В. Влияние благоустройства городских территорий на экологическое и техническое состояние исторических зданий. / И.В. Матвеева, Н.И. Рахимова, Н.В. Решетникова // В сборнике: В.И. Вернадский: Устойчивое развитие регионов. Материалы международной научно-практической конференции. Тамбов. 2016. С. 186-190.
6. Антонов А.И. Особенности эксплуатации кирпичных стен исторических зданий в условиях современной городской застройки / А.И. Антонов, Г.В. Карташова, А.С. Березенко // Фундаментальные и прикладные научные исследования: актуальные вопросы, достижения и инновации [Электронный ресурс]: Всероссийская заочная научно-практическая конференция. – Тамбов: Изд-во ФГБОУ ВО «ТГТУ». 2017. Вып.1.
7. Березенко А.С. Особенности и проблемы устройства вертикальной гидроизоляции фундаментов в исторических зданиях провинциальных городов / А.С. Березенко, О.А. Жоголева, В.И. Леденев // В сборнике: Актуальные проблемы городского строительства. Сборник трудов Всероссийской научно-технической конференции. Под редакцией А.В. Гречишкина. 2019. С.50-54.
8. Матвеева И.В. Учет конструктивных решений и технического состояния кирпичных зданий исторической застройки Тамбова при ремонтах цокольной части наружных стен / И.В. Матвеева, А.А. Мартасова, Г.В. Карташова // В сборнике: Устойчивое развитие региона: архитектура, строительство, транспорт. Материалы 4-ой Международной научно-практической конференции Института архитектуры, строительства и транспорта ТГТУ. 2017. – С. 403-406.
9. Приказ от 19.02.2021 №31-О "О назначении общественных обсуждений по проекту планировки и проекту межевания части застроенной территории в границах улиц Ленинградской, Базарной, Комсомольской, Карла Маркса в г. Тамбове" [Электронный ресурс]: Проект планировки и проект межевания части застроенной территории в границах улиц Ленинградской, Базарной, Комсомольской, Карла Маркса в г. Тамбове.
10. Матвеева И.В., Лунина Т.Н. Оценка качества среды территории жилой застройки разных периодов возведения / Инженерные системы и сооружения. - Воронеж: ФГБОУ ВО "ВГАСУ". 2016. - №1 (22). - С.86-92.
11. Матвеева И.В. Анализ жилищного фонда г. Тамбова с позицией необходимости капитального ремонта / И.В. Матвеева, А.А. Беликова // В сборнике: Современные проблемы материаловедения. Сборник трудов 2-ой Всероссийской научно-технической конференции, посвященный 65-летию ЛГТУ. Липецк. 2021. С. 266-271.
12. Жоголева О.А. Проблемы и задачи снижения шума на межмагистральных территориях провинциальных городов / О.А. Жоголева, А.С. Латышев, В.И. Леденев, А.А. Сергеева // В сборнике: Устойчивое развитие региона: архитектура, строительство, транспорт. Материалы 6-ой Международной научно-практической конференции посвященной 40-летию юбилею Института архитектуры, строительства и транспорта ТГТУ. 2019. С. 268-272.

13. Леденев В.И. Социально-экологические и инженерно-акустические аспекты снижения зашумления исторической среды Тамбова / В.И. Леденев, А.М. Гребенкин, Е.В. Гребенкина, А.С. Латышев // В сборнике Современная наука: теория, методология, практика: Материалы 1-й Всероссийской (национальной) научно-практической конференции. 2019. С. 32-35.
14. Гребенкин Е.В. Предпроектная оценка акустической эффективности шумозащитных экранов, расположенных городской застройке / А.М. Гребенкин, А.С. Латышева, В.И. Леденев // В сборнике: Актуальные проблемы городского строительства. Сборник трудов Всероссийской научно-технической конференции. Под редакцией А.В. Гречишкина. 2019. С.34-38.
15. Матвеева И.В. Шумозащитные мероприятия в зоне влияния автомобильных дорог / И.В. Матвеева, О.В. Порфирьева // В сборнике: Современная наука: теория, методология, практика: Материалы 2-й Всероссийской (национальной) научно-практической конференции. 2020. С. 93-95.
16. Матвеева И.В. Исследование шумового воздействия автомобильного транспорта на жилую застройку при эксплуатации городских путепроводов (на примере г. Тамбова) / И.В. Матвеева, Д.А. Путилина, О.О. Федорова // В сборнике: Устойчивое развитие региона: архитектура, строительство, транспорт: Материалы 2-й международной научно-практической конференции Института архитектуры, строительства и транспорта Тамбовского государственного технического университета. 2015. С. 112-117.
17. 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.
18. Антонов А.И. Расчет шума в городской застройке на основе однородных Марковских цепей / А.И. Антонов, В.И. Леденев, А.А. Сергеева // В сборнике: Устойчивое развитие региона: архитектура, строительство, транспорт: Материалы 6-й международной научно-практической конференции Института архитектуры, строительства и транспорта, посвященной 40-летию юбилею Института архитектуры, строительства и транспорта ТГТУ. 2019.С.260-265.

**МОНИТОРИНГ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ КАК СРЕДСТВО
ДИСТАНЦИОННОГО КОНТРОЛЯ**

Федосов С.В.,

*ФГБОУ ВО Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет, ФГБОУ ВО Поволжский государственный технологический университет, академик РААСН, Заслуженный деятель науки РФ, Лауреат премии правительства РФ в области науки и техники, Почётный строитель России, Лауреат Государственной премии Республики Марий Эл в области архитектуры и строительства, д.т.н., профессор кафедры «Технологии вяжущих веществ и бетонов»
e-mail: FedosovSV@mgsu.ru*

Лазарев А.А.,

*ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, к.п.н., доцент кафедры «Государственного надзора и экспертизы пожаров»
e-mail: kgn@edufire37.ru*

Маличенко В.Г.,

*ФГБОУ ВО Ивановский государственный политехнический университет, соискатель кафедры естественных наук и техносферной безопасности
e-mail: mvg84@bk.ru*

Торопова М.В.,

*ФГБОУ ВО Ивановский государственный политехнический университет, кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры естественных наук и техносферной безопасности
e-mail: mators@mail.ru*

Ежегодно в России происходит свыше 10 тысяч пожаров, которые переходят с одного здания на другое. При этом более чем в 90% случаев указанные здания являются одноэтажными [1]. Причиной такого перехода служит, как правило, интенсивное развитие процесса теплопереноса. Этому во многом способствует сухая и ветреная погода, а также наличие сухой травы или горючего мусора вблизи зданий. Соседние дома, сооружения, хозяйственные постройки – всё это представляет угрозу имуществу и жизни людей при подобных пожарах. Различные строительные материалы, элементы конструкций, здания в целом по-разному ведут себя в условиях пожара. Предусмотреть единый механизм защиты объектов от пожара не представляется возможным, однако при этом возрастает роль необходимости мониторинга пожарной безопасности и внутри зданий, и вне их.

Исследование средств и способов мониторинга пожарной безопасности осуществляется в различных отраслях науки. Вопросы мониторинга на опасных производственных объектах изучались А.А. Мосоловым, С.М. Ляшенко [2]. Решением проблем автоматизации контроля пожарной безопасности на объектах транспорта занимались В.Н. Круглеевский, А.Л. Танклевский, А.А. Таранцев [3]. Аспекты использования дистанционных систем управления для оценки состояния безопасности пожарных исследовались Б.Б. Гринченко [4]. Систему мониторинга комплексных сетей систем безопасности предложили С.Ю. Исхаков и А.А. Шелупанов [5]. Вопросы безопасности индивидуальных жилых домов рассматривались В.В. Белозеровым, Т.Б. Долаковым, В.В. Белозеровым [6] и другими. Однако практически отсутствуют исследования аспектов мониторинга пожарной безопасности как средства дистанционного контроля теплового потока при пожаре от одного здания к другому. Нет детальных исследований изменения мощности излучения на определенном расстоянии во времени, а также иных параметров, учитывающих и воздействие окружающей среды на техническое средство контроля. Также не обозначены подходы к определению мест установки технических средств дистанционного контроля. Особенно это важно для малоэтажных зданий, так как переход пожара, как правило, происходит именно на таких объектах. Актуальность изучения мониторинга пожарной безопасности как средства дистанционного контроля обусловлена противоречием между социальным заказом на противопожарную защиту от воздействия огня при горении соседнего здания и отсутствием соответствующих решений. С учетом изложенного, авторами настоящей статьи проводится многоаспектное исследование указанной проблематики, включая комплекс решения задач теплопроводности, теплопереноса, электротехники, оптики,

диффузии, материаловедения, геометрии и ноксологии. По результатам проделанной работы в качестве средства дистанционного контроля предлагается использовать стеновые изделия со встраиваемыми в них в определенных условиях пожарными извещателями (далее – СТИ ПИ, изделия) [7]. Изделие изображено на рисунке 1 [7, 8].

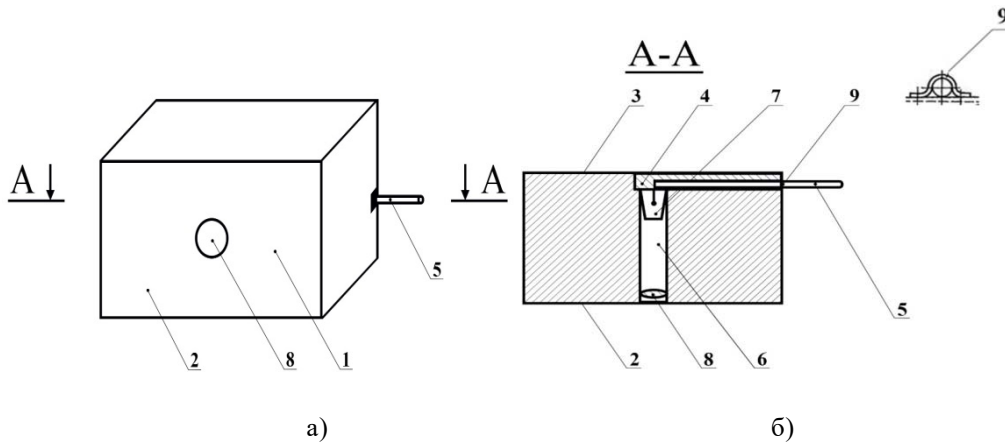


Рисунок 1 – СТИ ПИ: а) общий вид, б) горизонтальный разрез.
 Детализация: 1 – бетонный блок; 2, 3 – передняя и тыльная стороны блока;
 4 – монтажный короб; 5 – кабель; 6 – канал;
 7 – пожарный извещатель; 8 – стекло или линза; 9 – скоба.

Мониторинг при помощи СТИ ПИ осуществляется посредством установки данного изделия с ориентацией на соседнее здание. В случае пожара тепловой поток будет воздействовать на элемент пожарного извещателя, воспринимающий тепло, что приведет к срабатыванию пожарного извещателя. Блок защищает также пожарный извещатель от воздействия солнца и влаги. Это необходимо для избегания ложного срабатывания изделий.

Испытания разрабатываемых изделий проводилось при помощи стенда (рисунок 2). Воздействие осуществлялось в течение 600 секунд, максимальная мощность инфракрасного излучателя составляла 2000 Вт [9]. На рисунке 3 представлены результаты измерения на удалении СТИ ПИ 0,2 м от инфракрасного излучателя.

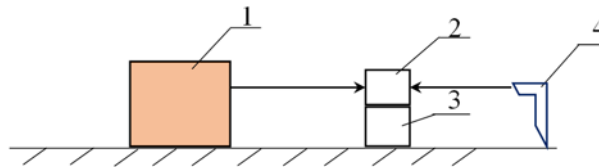


Рисунок 2 – Схема стенда для измерения температуры СТИ ПИ:
 1 – инфракрасный излучатель; 2 – СТИ ПИ; 3 – вспомогательная подставка; 4 – пирометр.

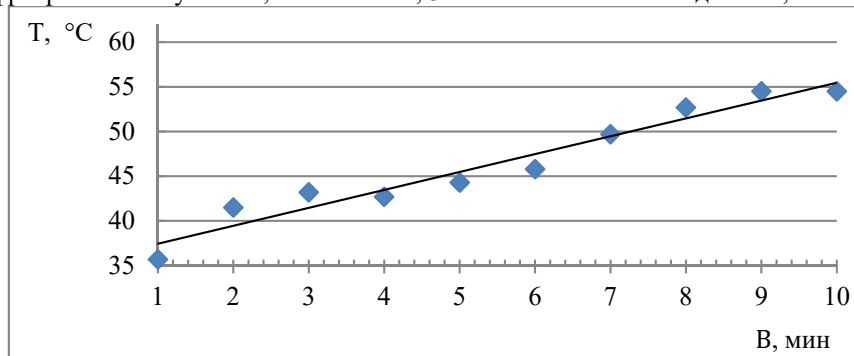


Рисунок 3 – Зависимость температуры термочувствительного элемента СТИ ПИ от времени его нагрева при стендовых испытаниях.

Другое стендовое испытание проводилось для определения влажностного режима внутри СТИ ПИ, так как пожарные извещатели эксплуатируются при относительной влажности воздуха не более 93%. С этой целью на СТИ ПИ дозированно подавалась вода каплями в течение 1 суток. Расчетное количество

воды на каждую грань было равно 1,2 л. При этом при помощи термогигрометра измерялась влажность воздуха внутри СТИ ПИ. В первом случае вода капала на верхнюю грань блока (таблица 1). Во втором случае – на все грани, за исключением нижней, которой СТИ ПИ соприкасался с поверхностью стенда (таблица 2). Уровень измерения зависел от высоты размещения термогигрометра в СТИ ПИ от уровня пола в помещении.

Таблица 1

Относительная влажность воздуха внутри СТИ ПИ для 1 случая, %

№ СТИ ПИ	Уровень измерения, м											
	0,5				1				1,5			
	Время, ч											
	0	8	16	24	0	8	16	24	0	8	16	24
1	35,2	68,2	82,2	84,8	37,3	69,1	83,4	88,6	38,0	70,1	83,6	88,7
2	36,1	69,3	83,1	86,0	36,0	70,2	82,1	87,9	38,2	70,9	83,1	88,2
3	35,8	67,8	81,9	83,9	36,5	69,9	82,5	88,3	37,9	71,0	82,9	88,5
4	36,3	68,5	83,5	84,5	37,2	70,3	83,9	87,8	38,5	69,8	84,0	88,4

Таблица 2

Относительная влажность воздуха внутри СТИ ПИ для 2 случая, %

№ СТИ ПИ	Уровень измерения, м											
	0,5				1				1,5			
	Время, ч											
	0	8	16	24	0	8	16	24	0	8	16	24
1	39,6	88,2	95,8	98,1	40,1	89,1	96,6	99,1	41,3	88,6	96,8	100
2	40,1	86,3	93,2	98,3	43,2	88,5	95,8	100	42,6	87,9	95,9	100
3	40,3	87,2	96,4	97,6	41,6	89,3	96,1	100	44,8	88,1	96,6	98,8
4	39,8	89,1	95,1	100	42,3	85,9	94,7	98,6	42,9	89,3	95,4	100

Данные таблицы 1 показывают то, что критическое значение относительной влажности в 93% по истечении 1 суток воздействия капель на изделие достигнуто не было. Данные таблицы 2 показывают, что это значение было достигнуто за 16 часов в условиях воздействия капель на все грани СТИ ПИ, за исключением нижней. Следовательно, в этих условиях необходима герметизация изделия.

На следующем этапе исследования определялось расстояние, на котором достигается критическое значение теплового потока, приводящее к срабатыванию СТИ ПИ. С этой целью методом наименьших квадратов произведена интерполяция экспериментальных данных и их сопоставление с данными ВНИИПО [10]. В качестве тестового очага рассматривался штабель древесины с влажностью 10-12% и размером 6×6×6 м. Полученные логарифмические функции зависимости мощности теплового потока от расстояния представлены на рисунке 4. Анализ адекватности полученных результатов показал хорошую сходимость, коэффициент детерминации 0,98.

В результате проведенных расчетов получено уравнение:

$$q(L) = -6,762 \log(0,01L), \quad (2)$$

где $q(L)$ – тепловой поток, кВт/м²; L – расстояние от тестового очага пожара до СТИ ПИ, м.

Для проверки возможности установки СТИ ПИ на определенном расстоянии предусматривается следующий порядок: 1) проведение расчета удельного теплового потока по уравнению (2); 2) расчет температуры термочувствительного элемента с учетом результатов расчета по уравнению (2); 3)

сопоставление результата расчета с пороговыми значениями для определенного пожарного извещателя в соответствии паспортными данными.

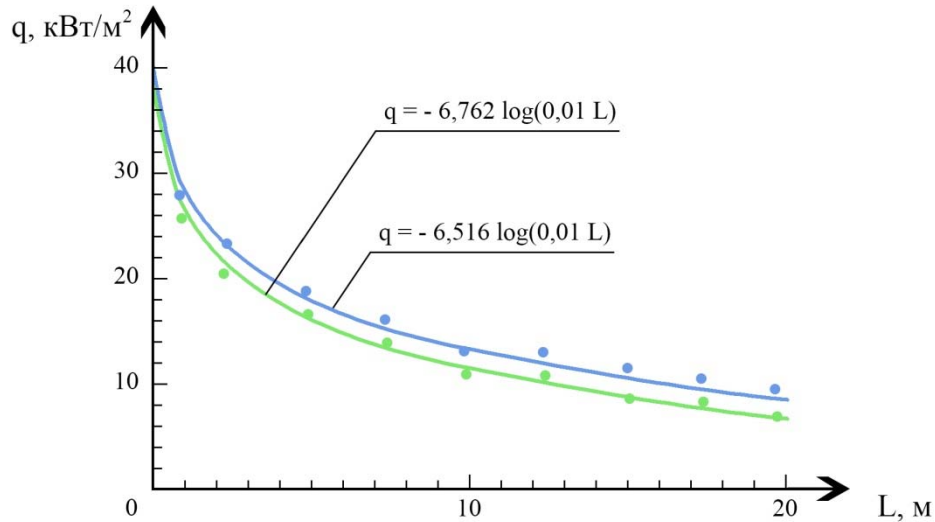


Рисунок 4 – Динамика изменения теплового потока на расстоянии от тестового очага пожара

Таким образом, предлагаемые изделия могут быть использованы для мониторинга пожарной безопасности, для дистанционного контроля соседних зданий и сооружений. Проведенные эксперименты позволили определить температуру элемента пожарного извещателя, воспринимающего тепло. При этом учитывается расстояние до источника излучения, его мощность, время воздействия, а также диаметр этого элемента. Проведенные стендовые испытания позволили подтвердить необходимость герметизации СТИ ПИ в тех случаях, когда отсутствует возможность исключения попадания капель на него. Предлагаемое изделие для обнаружения пожара, оказывающего интенсивное тепловое воздействие на защищаемое здание, может применяться в сочетании с другими решениями, направленными, во-первых, на оповещение жильцов, посетителей, персонала; во-вторых, на включение средств тушения или охлаждения; в-третьих, на вызов пожарных подразделений. При пожаре на соседнем объекте это позволит обеспечить защиту здания, своевременную эвакуацию людей, минимизировать материальный ущерб.

Список использованных источников

1. Сайт МЧС России [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.mchs.gov.ru/>.
2. Мосолов, А.А. О возможности определения вероятности возникновения пожара с помощью системы мониторинга опасных производственных объектов / А.А. Мосолов, С.М. Ляшенко // Сборник трудов I Международной научно-практической конференции Приоритетные направления развития системы обеспечения пожарной безопасности объектов защиты и территорий. – 2018. – С. 50-57.
3. Круглеевский, В.Н. Подход к решению проблемы автоматизации контроля пожарной безопасности взрывопожароопасных объектов транспортной инфраструктуры / В.Н. Круглеевский, А.Л. Танклевский, А.А. Таранцев // Материалы международной научно-практической конференции Транспорт России: проблемы и перспективы - 2019. ФГБУН Институт проблем транспорта им. Н.С. Соломенко Российской академии наук. – 2019 – С. 280-285.
4. Гринченко, Б.Б. Оценка состояния безопасности пожарных на основе мониторинга дистанционных систем управления / Б.Б. Гринченко // Сборник материалов V Всероссийской научно-практической конференции Актуальные вопросы совершенствования инженерных систем обеспечения пожарной безопасности объектов. – 2018. – С. 141-144.
5. Исаков, С.Ю. SOWA. Система мониторинга комплексных сетей систем безопасности / С.Ю. Исаков, А.А. Шелупанов // Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ RU2015614778, 28.04.2015. Заявка №2015611624 от 11.03.2015.
6. Белозеров, В.В. О безопасности и перспективах электрообогрева в индивидуальных жилых домах / В.В. Белозеров, Т.Б. Долаков, В.В. Белозеров // Современные наукоемкие технологии. – 2017. – №11. – С. 7-13.

7. Пат. 198053 U1 Российская Федерация, МПК E04C 1/39, E04B 1/94. Совмещенный с пожарным извещателем бетонный блок / С.В. Федосов, А.А. Лазарев, М.В. Торопова, В.Г. Маличенко; опубли. 16.06.2020, Бюл. № 17 – 9 с.
8. Федосов, С.В. Противопожарный контроль соседних зданий при помощи сенсоров «умного дома» / С.В. Федосов, Н.И. Ватин, А.А. Лазарев, М.В. Торопова, В.Г. Маличенко // Современные проблемы гражданской защиты. – 2020. – № 3 (36). – С. 125-135.
9. Федосов, С.В. Уравнения значений температуры срабатывания термочувствительных элементов пожарных извещателей, встроенных в бетонный блок / С.В. Федосов, А.А. Лазарев, М.В. Торопова, В.Г. Маличенко // Научный журнал строительства и архитектуры. – 2020. – №4(60). – С. 35-42.
10. Копылов, Н.П. Эффективность применения теплозащитных экранов для защиты от тепловых потоков при пожарах / Н.П. Копылов, И.Р. Хасанов // Безопасность Труда в Промышленности. – 2016. – № 11. – С. 38-43.

УДК 614.849

67.09: строительные материалы и изделия

НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА И ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОГНЕЗАЩИТНОЙ ОБРАБОТКИ СТРОИТЕЛЬНЫХ ИЗДЕЛИЙ

Федосов С.В.,

*ФГБОУ ВО Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет, ФГБОУ ВО Поволжский государственный технологический университет, академик РААСН, Заслуженный деятель науки РФ, Лауреат премии правительства РФ в области науки и техники, Почётный строитель России, Лауреат Государственной премии Республики Марий Эл в области архитектуры и строительства, д.т.н., профессор кафедры «Технологии вяжущих веществ и бетонов»
e-mail: FedosovSV@mgsu.ru*

Маличенко В.Г.,

*ФГБОУ ВО Ивановский государственный политехнический университет, соискатель кафедры естественных наук и техносферной безопасности
e-mail: mv84@bk.ru*

Торопова М.В.,

*ФГБОУ ВО Ивановский государственный политехнический университет, кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры естественных наук и техносферной безопасности
e-mail: mators@mail.ru*

Лазарев А.А.,

*ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, к.п.н., доцент кафедры «Государственного надзора и экспертизы пожаров»
e-mail: kgn@edufire37.ru*

В течение срока эксплуатации строительные материалы и изделия должны выполнять свои функции, при этом сохраняя эксплуатационные показатели при заданных режимах работы. Основные чрезвычайные ситуации, возникающие в жилых домах и нарушающие их эксплуатационную надежность, вызваны стихийными бедствиями, нарушением условий эксплуатации, дефектами конструкций и т.д. Одним из частых и опасных явлений, возникающих при эксплуатации зданий, являются взрывы и пожары, зачастую происходящие одновременно. В частности, пожары приводят к длительному прекращению функционирования зданий, к гибели людей, финансовым убыткам.

В 2019 году на объектах защиты, расположенных на территории Ивановской области, произошло 2023 пожара. Сравним эти данные со сведениями, приведенными в 1931 году проф. Мачинским В.Д. [1]: «Исключительные размеры пожарности в сельской России уже давно составляют печальную особенность нашей страны. Согласно данным Центрального Статистического Комитета, по 63 губерниям Европейской России за период 1895-1910 гг. среднее ежегодное количество пожаров составляет 73 тысячи... Наиболее неблагополучными по строительству являются у нас губернии черноземной полосы, где безраздельно господствуют открытые (неоштукатуренные глиной) бревенчатые срубы и

соломенные крыши.» И в настоящее время основными видами применяемых строительных материалов для возведения жилого фонда в России стали древесина (31%), а также кирпич (29%). Количество построенных деревянных домов составило 75 тысяч единиц. Деревянное зодчество было и остается значимой частью русской культуры и во многом определяет ее национальную самобытность. Дерево как строительный материал еще не исчерпало свой потенциал [2].

В этой связи проведение испытаний веществ и материалов, изделий оборудования и конструкций на пожарную безопасность имеет важное значение. В основной массе запросов как со стороны системы МЧС России, в лице органов государственного пожарного надзора, так и органов государственной власти, юридических и физических лиц, не входящими в систему МЧС России, львиную долю занимают испытания по оценке качества огнезащитной обработки деревянных конструкций. Оценку и контроль качества проведенных огнезащитных работ в жилых зданиях, а также нанесенных на конструкции огнезащитных покрытий и пропиток, есть необходимость осуществлять, например:

- при приемке объектов после огнезащитной обработки;
- при решении спорных вопросов по результатам получения рекламации или жалобы;
- по истечении срока эксплуатации объекта;
- при проведении инспекционного контроля.

Отметим, что с целью организации контроля качества огнезащитных работ могут быть привлечены сотрудники судебно-экспертных учреждений ФПС «Испытательная пожарная лаборатория» по субъектам Российской Федерации, иные представители. На сегодняшний день система судебно-экспертных учреждений МЧС России состоит из 78 учреждений. Штатная численность специалистов в данных лабораториях в 2020 году составила более 1,4 тыс. человек. Головное судебно-экспертное подразделение – Исследовательский центр экспертизы пожаров, который функционирует на базе Санкт-Петербургского университета ГПС МЧС России. Ежегодно здесь проходят обучение до 300 сотрудников.

В соответствии с Национальным стандартом ГОСТ Р 53292-2009 «Огнезащитные составы и вещества для древесины и материалов на ее основе. Общие требования. Методы испытаний» [3] установлены общие требования к огнезащитным составам и веществам для древесины и материалов на ее основе, а также методы их испытаний. Требованиями стандарта руководствуются при определении огнезащитных свойств огнезащитных составов, разработке технической документации, сертификации, осуществлении контроля качества огнезащитных составов и выполненной огнезащиты.

Для контроля качества огнезащитной обработки в соответствии с [4-6], используется прибор ПМП-1, который эффективно показал себя на практике. Однако, при этом у данного прибора имеются недостатки. Которые приводят к результатам, имеющим большой процент погрешности. Для контроля качества огнезащитной обработки предлагается рассмотреть следующую модель устройства (рис .1). Представленная модель устройства позволит реализовать немаловажные аспекты, обеспечивая:

- универсальность;
- простоту и удобство использования;
- относительно невысокую стоимость эксплуатации;
- объективность исследований.

Использование указанного прибора позволяет определить эффективность антипиренов на фрагментах деревянных конструкций изъятых с целью контроля качества огнезащитной обработки по увеличению их предела огнестойкости. Камера в приборе необходима для проведения анализа времени тлеющего горения исследуемого образца, тлеющее горение в случае подтверждения образца обработанного антипиреном не должно превышать 5 секунд. При этом возникновение пламенного горения полностью исключено. Зачастую фиксацию таких процессов визуальным способом без применения средств видео фиксации произвести невозможно, требуется многократный просмотр записи воздействия пламени горелки на исследуемый образец.

Принцип работы данного устройства заключается в автоматизации процесса для контроля качества и оценки эффективности огнезащитной обработки древесины. При запуске модуля управления таймером, розжигом и контроля горения, открывается газовый электромагнитный клапан, и в горелку через форсунки поступает топливо, при этом срабатывает электрод розжига, от чего газ загорается. Электромагнитный газовый клапан позволяет управлять подачей газа в автоматическом режиме. После того, как реле клапана включает подачу электричества на катушку, якорь втягивается и поднимает плунжер, открывая свободный ход газа в рабочую зону. После отключения напряжения плунжер, за счет пружины клапана, возвращается в свое положение и перекрывает канал, между входным и выходным штуцерами, перекрывая ход газа. Наличие пламени контролируется с помощью ионизационного электрода, который в свою очередь, в случае необходимости воспламеняет горелку. Устройство контроля электрода подает сигнал системе управления, открывается электроклапан, и происходит поджигание потока газа. С этого момента электрод формирует управляющий сигнал от ионизации его пламени. При достижении установленного лимита времени, модуль управления таймером, отключает электромагнитный клапан и

пламя гаснет. При проведении испытания не допускается воздействие на пламя горелки воздушных потоков. За образцом проводят визуальное наблюдение во время испытания с видеофиксацией процесса для подтверждения объективности исследования. Для бесперебойной работы прибора необходим источник электропитания так как, для целей пожарно-технической экспертизы очень важно иметь автономное оборудование, не зависящее от внешних факторов. Источником электропитания производится питание электроподжига, видео камеры, электромагнитного клапана горелки и таймера.

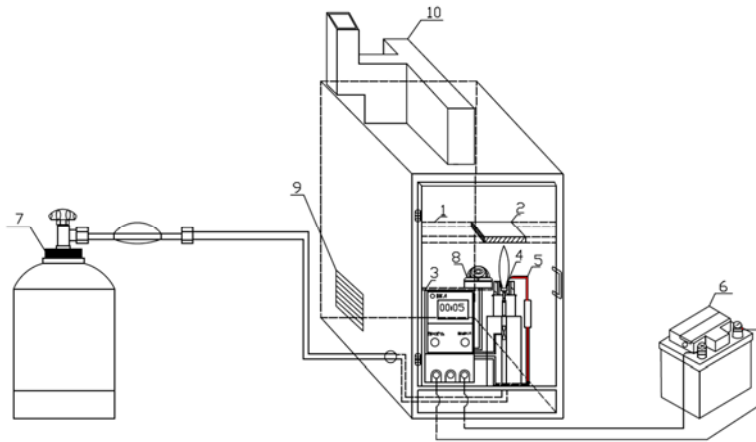


Рисунок 1 – Принципиальная схема устройства для контроля качества и оценки эффективности огнезащитной обработки строительных изделий:

1 – штатив с зажимным устройством; 2 – исследуемый образец; 3 – установка с встроенным модулем управления таймером, розжигом и контроля горения; 4 – газовая горелка с электромагнитным клапаном; 5 – электроды розжига; 6 – источник электропитания; 7 – газовый баллон; 8 – видеокамера, 9- приточный вентиляция, 10- короб вытяжной.

За образцами проводят визуальное наблюдение во время испытания и осмотр после извлечения из прибора, при этом фиксируются показатели, приведенные на рис. 2.



Рисунок 2 – Комплексные показатели для оценки эффективности огнезащитной обработки строительных изделий

Оценка результатов испытания образцов строительных изделий из древесины

Отрицательный результат	Положительный результат
Отмечается самостоятельное горение после отключения газовой горелки	Не отмечается самостоятельное горение после отключения газовой горелки
Зафиксировано сквозное прогорание до образования отверстия	Не зафиксировано сквозное прогорание до образования отверстия
Имеет место обугливание обработанной огнезащитным составом стороны образца по всей площади	Не имеет место обугливание обработанной огнезащитным составом стороны образца по всей площади
Произошло обугливание на всю глубину в зоне воздействия пламени газовой горелки при наличии признаков воспламенения	Не произошло обугливание на всю глубину в зоне воздействия пламени газовой горелки при наличии признаков воспламенения

В заключении отметим, что использование представленной схемы устройства для контроля качества огнезащитной обработки строительных изделий, позволит провести оценку эффективности применения огнезащиты и разработать рекомендации по повышению устойчивости строительных материалов, изделий и конструкций к воздействию экстремальных температур пожара.

Список использованных источников

1. Федосов С.В., Голованов В.И., Лазарев А.А., Торопова М.В., Маличенко В.Г. О проблеме совершенствования строительных изделий, обеспечивающих пожарную безопасность малоэтажных зданий // Строительные материалы. 2021. №3. С. 57-63.
2. Мачинский В.Д. Огнестойкое строительство. М.: Изд-во нар. ком. внутр. дел. 1931. 445 с.
3. ГОСТ Р 53292-2009 «Огнезащитные составы и вещества для древесины и материалов на ее основе. Общие требования. Методы испытаний».
4. Методическое руководство «Порядок осуществления контроля за соблюдением нормативных требований к средствам огнезащиты и их применению». М.: ВНИИПО. 2010. 30 с.
5. Пособие по определению пределов огнестойкости строительных конструкций, параметров пожарной опасности материалов. Порядок проектирования огнезащиты. М.: ОАО «НИЦ «Строительство». 2013. 45 с.
6. Лазарев А.А., Маличенко В.Г., Торопова М.В. О совершенствовании обеспечения пожарной безопасности объектов защиты Ивановской области в пожароопасный период. Материалы VI всероссийской научно-практической конференции «Актуальные вопросы совершенствования инженерных систем обеспечения пожарной безопасности объектов», Ивановская пожарно-спасательная академия. 2019. С. 190-195.

УДК 666.972.16:66.018.8

67.01.97: Коррозия и защита от коррозии

ИЗМЕНЕНИЕ СТРУКТУРНО-ФАЗОВОГО СОСТАВА БЕТОНА ПОД ВОЗДЕЙСТВИЕМ МИКРООРГАНИЗМОВ

Строкин К.Б.,

*ФГБОУ ВО «Сахалинский государственный университет», доктор экономических наук, доцент,
профессор кафедры строительства, директор Технического нефтегазового института
e-mail: strokin07@rambler.ru*

Новиков Д.Г.,

*ФГБОУ ВО «Сахалинский государственный университет», сотрудник научно-исследовательской
лаборатории
e-mail: denis.g.novikov@gmail.com*

Коновалова В.С.

*ФГБОУ ВО «Ивановский государственный политехнический университет», кандидат технических
наук, доцент кафедры естественных наук и техносферной безопасности
e-mail: kotprotiv@yandex.ru*

Нармания Б.Е.

*ФГБОУ ВО «Ивановский государственный политехнический университет», кандидат технических
наук, магистрант кафедры архитектуры и строительства
e-mail: borisfablee@gmail.com*

Портландцементные клинкеры и цементы являются сложными материалами мирового значения, и минералогическая количественная оценка портландцемента необходима для прогнозирования характеристик получаемого бетона. Портландцемент получают путем смешивания веществ, содержащих

CaCO_3 , с веществами, содержащими SiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 , и нагревания их до клинкера, который затем измельчают в порошок и смешивают с 2-6 % гипса. CaO , SiO_2 , Al_2O_3 и Fe_2O_3 являются основными оксидами, которые взаимодействуют в печи и образуют основные соединения [1, 2]. Пропорции этих оксидов определяют пропорции соединений, которые влияют на производительность цемента.

В составе портландцемента присутствует четыре основных фазы: алит (C_3SiO_5 , C_3S), белит (C_2SiO_4 , C_2S), феррит ($\text{C}_4\text{Al}_2\text{Fe}_2\text{O}_{10}$, C_4AF), алюминат ($\text{C}_3\text{Al}_2\text{O}_6$, C_3A), а также периклаз, оксид кальция, сульфаты щелочных металлов $(\text{K-Na})_2\text{SO}_4$ в зависимости от элементного состава [1-3].

Лабораторная рентгеновская порошковая дифракция в настоящее время обычно используется для измерения соотношений кристаллических фаз цементных бетонов [4, 5]. Применение этого метода исследований к клинкерам не является простым по следующим причинам [6, 7]: а) существует много фаз, обычно более пяти, каждая из которых имеет свой собственный коэффициент поглощения массы; б) малая средняя глубина проникновения рентгеновских лучей (≈ 30 мкм для Cu) означает, что анализируется только тонкий слой в геометрии Брэгга-Брентано $\theta/2\theta$, что дает недостаточную информацию; в) некоторые фазы, например, алит, кристаллизуются в виде пластинок, которые проявляют предпочтительный эффект ориентации; г) фазы могут кристаллизоваться в виде нескольких полиморфов, которые должны быть идентифицированы априори; д) наблюдается сильное перекрытие пиков; е) уширение дифракционного пика обычно анизотропно; ж) атомные примеси внутри каждой фазы неизвестны. Полнофазное количественное определение клинкеров и цементов с помощью порошковой дифракции было проблемой в течение целого столетия.

Совершенствование структурных моделей для основных минеральных фаз привело к повышению точности и достоверности результатов методов. Сегодня рентгенофазовый анализ обычно используется в цементной промышленности для объемного фазового анализа [8-11]. Каждая фаза создает уникальную дифракционную картину независимую от других с интенсивностью каждой картины независимой от других с интенсивностью картины пропорциональной концентрации этой фазы.

Измельчение образцов для уменьшения размера частиц до 10 мкм помогает свести к минимуму ряд потенциальных проблем, таких как угасание пиков, микропоглощение и предпочтительная ориентация [7, 12, 13].

Фазовый анализ открывает огромные возможности для контроля процессов и качества в цементной промышленности, особенно для смешанных цементов.

Исследования проводились на образцах из портландцемента марки ПЦ 500-Д0, подвергавшихся воздействию микроорганизмов *Bacillus subtilis* и *Aspergillus niger* в течение 6 месяцев. Подготовка образцов включала в себя измельчение и упаковку частиц порошка в держатель полосты, который затем помещался в дифрактометр. Рентгенограммы снимались при длине волны рентгеновского излучения $\lambda = 1,5405 \text{ \AA}$. Расшифровка рентгенограмм проводилась при использовании кристаллографической базы МИНКРИСТ.

На рис. 1 приведена рентгенограмма образца из цементного камня, не подвергавшегося воздействию агрессивной среды (линия 1). Ярко выраженными являются линии алита C_3S и браунмиллерита C_4AF .

Линии 2 и 3 на рис. 1 соответствуют рентгенограммам образцов из цементного камня, подвергшихся воздействию бактерий *Bacillus subtilis* и грибов *Aspergillus niger*. Рентгенограммы показывают, что под воздействием на цементный камень микроорганизмов происходит изменение структурно-фазового состава бетона, что отображается изменением интенсивности некоторых линий, а также появлением новых.

Структурной фазы, соответствующей продукту гидратации алита и белита гидросиликату кальция C_2SH , становится меньше, однако повышается интенсивность линий, соответствующих алиту C_3S . Понижается интенсивность линий, соответствующих алиту C_3S и белиту C_2S , вместо них появляются линии, соответствующие гидросиликату кальция C_2SH . Также снижается интенсивность линий трехкальциевого алюмината C_3A и гипса $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$.

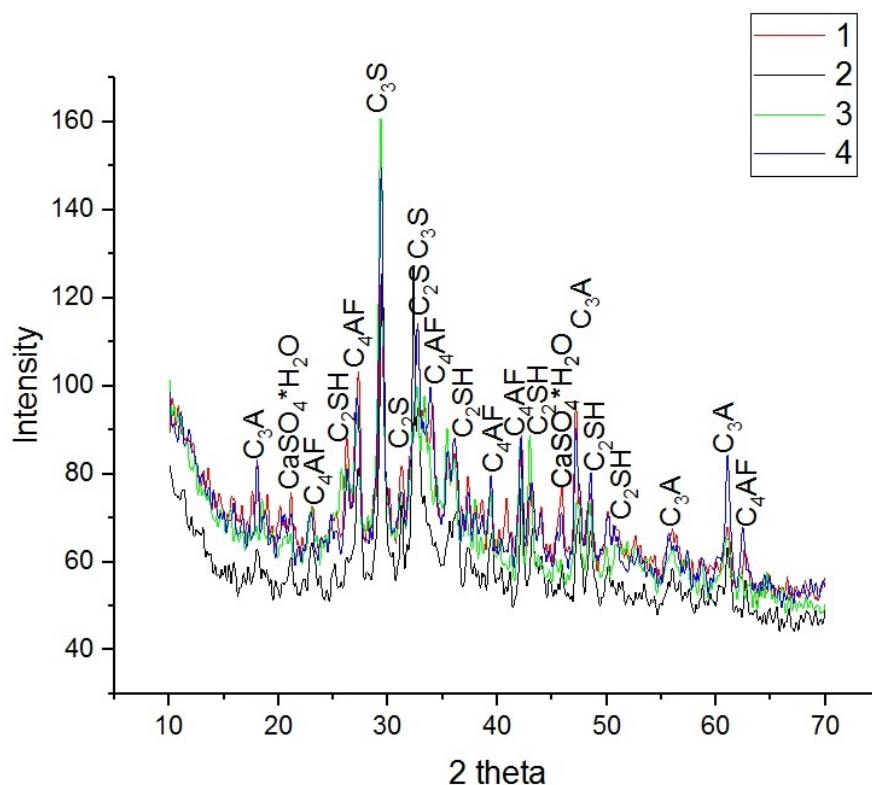


Рисунок 1 – Рентгенограммы бетонных образцов: 1 – до воздействия; 2 – после воздействия бактерий *Bacillus subtilis*; 3 – после воздействия грибов *Aspergillus niger*; 4 – после воздействия воды

Среднее уменьшение интенсивности линий алита C_3S на рентгенограммах составляет 25 %, белита C_2S – 14 %, трехкальциевого алюмината C_3A – 18 %, четырехкальциевого алюмоферрита C_4AF – 22 %, гипса $CaSO_4 \cdot 2H_2O$ – 13 %.

Поскольку между характеристиками структуры цементного камня и параметрами прочности цементного камня существует взаимосвязь, реальная долговременная прочность и трещиностойкость цементного камня и бетона определяется не характеристиками дисперсно-кристаллитной структуры цементного камня.

Список использованных источников

1. Баженов, Ю.М. Технология бетона / Ю.М. Баженов. – [5-е изд.]. – М.: Изд-во АСВ, 2011. – 524 с.
2. Бутт, Ю.М. Химическая технология вяжущих материалов / Ю.М. Бутт, М.М. Сычев, В.В. Тимашев; Под ред. Тимашева В.В. – М.: Высш. школа, 1980. – 472 с.
3. Домокеев, А.Г. Строительные материалы / А.Г. Домокеев. – М.: Высш. школа, 1982. – 383 с.
4. Walenta, G. Advances in quantitative XRD analysis for clinker, cements, and cementitious additions / G. Walenta, T. Füllmann // Powder Diffraction. – 2004. – Vol. 19. – Issue 1. – Pp. 40-44.
5. Scarlett, N. On-line X-ray diffraction for quantitative phase analysis: Application in the Portland cement industry / N. Scarlett, I. Madsen, C. Manias, D. Retallack // Powder Diffraction. – 2001. – Vol. 16. – Issue 2. – Pp. 71-80.
6. Shellings, R. X-ray powder diffraction applied to cement / R. Shellings // A Practical Guide to Microstructural Analysis of Cementitious Materials. – Boca Raton, CRC Press, 2016. – Pp. 107-176.
7. Физическое материаловедение. Т. 3. Методы исследования структурно-фазового состояния материалов / Н.В. Волков, В.И. Скритный, В.П. Филиппов, В.Н. Яльцев; Под общей ред. Б.А. Калина. – М.: Изд-во МИФИ, 2008. – 808 с.
8. Галкин, Ю.Ю. Фазовый анализ структуры цементного камня, изолированного при его раннем нагружении / Ю.Ю. Галкин, С.А. Удодов // Интернет-журнал «Транспортные сооружения». – 2018. – №1. – Т. 5. – 21SATS118.

9. Доровских, Д. В. Структура и свойства бетонных композитов, полученных с применением отсеков дробления без их обогащения и фракционирования / Д. В. Доровских // Строительство: новые технологии - новое оборудование. – 2018. – № 3. – С. 20-23.
10. Stutzman, P.E. Phase Analysis of Portland Cement by Combined Quantitative X-Ray Powder Diffraction and Scanning Electron Microscopy / P.E. Stutzman, P. Feng, J.W. Bullard // Journal of Research of the National Institute of Standards and Technology. – 2016. – Vol. 121. – Pp. 47-107.
11. de la Torre A.G. Full phase analysis of portland clinker by penetrating synchrotron powder diffraction / A.G. de la Torre, A. Cabeza, A. Calvente, S. Bruque, M.A. Aranda // Analytical Chemistry. – 2001. – Vol. 73. – No. 2. – Pp. 151-156.
12. Chauhan, A. Usage of Powder XRD Technique for Material Characterization and Analysis of Portland Cement / A. Chauhan, P. Chauhan // Journal of Analytical & Bioanalytical Techniques. – 2015. – Vol. 6. – Issue 6. – e123.
13. Khelifi, S. X-ray fluorescence analysis of Portland cement and clinker for major and trace elements: accuracy and precision / S. Khelifi, F. Ayari, H. Tiss, D.B.H. Chehimi // Journal of the Australian Ceramic Society. – 2017. – Vol. 53. – Pp. 743-749.

УДК 519.633

30.19.15 Теория упругости

**АЛГОРИТМ РАСЧЁТА НАПРЯЖЁННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ
УПРУГОЙ В ОТНОШЕНИИ ОБЪЁМНЫХ И НЕЛИНЕЙНОЙ В ОТНОШЕНИИ
СДВИГОВЫХ ДЕФОРМАЦИЙ СПЛОШНОЙ СРЕДЫ ПРИ БИЛИНЕЙНОЙ
АППРОКСИМАЦИИ ЗАМЫКАЮЩИХ УРАВНЕНИЙ
(плоская деформация в декартовых координатах)**

Бакушев С.В.

ФГБОУ "Пензенский государственный университет архитектуры и строительства",

д.т.н., профессор кафедры «Механика».

e-mail: bakuchsv@mail.ru

В многочисленных работах автора рассматривается построение дифференциальных уравнений равновесия сплошной среды при аппроксимации замыкающих уравнений физических соотношений билинейными [1, 2, 3] и биквадратичными [4] функциями. Более подробную информацию можно найти в монографии [5]. При этом сплошная среда рассматривается с учётом физической и геометрической нелинейности (в смысле В.В. Новожилова [6, 7]).

Использование простых разрывных функций для описания диаграмм объёмного $\sigma = \sigma(\varepsilon)$ и сдвигового $T = T(\Gamma)$ деформирования обосновывается тем, что, во-первых, точное аналитическое описание зависимостей между напряжениями и деформациями, основанное на реальных диаграммах деформирования твёрдых тел, приводит к чрезвычайно сложным дифференциальным уравнениям равновесия, во-вторых, математическое описание механического поведения тел и конструкций отличается достаточно сложным математическим аппаратом и, как правило, исключает возможность аналитического исследования процесса деформирования, в третьих, физические уравнения, построенные на основе билинейных либо биквадратичных функций, имеют простую структуру; следовательно, простую структуру будут иметь и разрешающие дифференциальные уравнения равновесия.

В данной работе формулируется алгоритм решения задачи об определении напряжённо-деформированного состояния сплошной среды, находящейся в условиях плоской деформации в декартовых координатах $u = u(x, y)$, $v = v(x, y)$, $w = 0$, механическое поведение которой в части объёмных деформаций описывается линейно-упругим законом, а в части сдвиговых деформаций – произвольным нелинейным законом, аппроксимированным билинейной функцией.

Физические уравнения для геометрически линейной модели сплошной среды. В соответствии с рис. 1 модуль объёмного расширения (сжатия) не изменяется в процессе деформирования и равен:

$$K = \frac{1}{3} K_0 = Const . \quad (1)$$

Модуль сдвига на первом прямолинейном участке диаграммы $T = T(\Gamma)$ будет величиной постоянной:

$$G = G_0 = Const . \quad (2)$$

На втором прямолинейном участке диаграммы $T = T(\Gamma)$ секущий модуль сдвига будет определяться выражением:

$$G = G(\Gamma) = G_1 + (G_0 - G_1) \frac{\Gamma_1}{\Gamma} \neq Const. \quad (3)$$

Здесь K_0 – начальный модуль объёмного расширения (сжатия); G_0 – начальный модуль сдвига; G_1 – модуль упрочнения при сдвиге; σ – первый инвариант тензора напряжений; ε – первый инвариант тензора деформаций; T – интенсивность касательных напряжений; Γ – интенсивность деформаций сдвига.

При плоской деформации сплошной среды в декартовых координатах для геометрически линейной модели $\varepsilon = \varepsilon_{xx} + \varepsilon_{yy}$ и $\Gamma = \sqrt{\frac{2}{3} \left[(\varepsilon_{xx} - \varepsilon_{yy})^2 + \varepsilon_{xx}^2 + \varepsilon_{yy}^2 + \frac{3}{2} \varepsilon_{xy}^2 \right]}$, причём $\varepsilon_{xx} = \frac{\partial u}{\partial x}$; $\varepsilon_{yy} = \frac{\partial v}{\partial y}$; $\varepsilon_{xy} = \frac{\partial u}{\partial y} + \frac{\partial v}{\partial x}$.

Рассмотрим два основных случая физических зависимостей соответствующих случаям, первое, когда текущее напряжённо-деформированное состояние в точке соответствует уровню напряжений и деформаций, не превосходящих точку излома графика диаграммы $T = T(\Gamma)$, и, второе, когда текущее напряжённо-деформированное состояние в точке соответствует уровню напряжений и деформаций, превосходящих точку излома графика диаграммы $T = T(\Gamma)$.

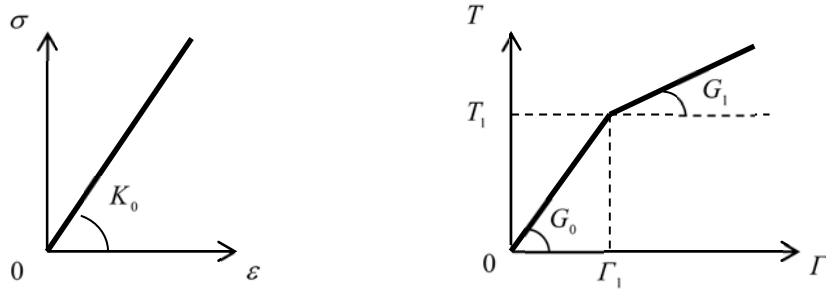


Рис. 1. Диаграммы объёмного $\sigma = \sigma(\varepsilon)$ и сдвигового $T = T(\Gamma)$ деформирования.

Случай 1: $0 \leq \Gamma \leq \Gamma_1$. В этом случае физические уравнения будут иметь вид:

$$\begin{aligned} \sigma_{xx} &= \frac{1}{3} K_0 \varepsilon + 2G_0 \left(\varepsilon_{xx} - \frac{1}{3} \varepsilon \right); \quad \sigma_{yy} = \frac{1}{3} K_0 \varepsilon + 2G_0 \left(\varepsilon_{yy} - \frac{1}{3} \varepsilon \right); \\ \sigma_{xy} = \sigma_{yx} &= G_0 \varepsilon_{xy}, \quad \sigma_{zz} = \left(\frac{1}{3} K_0 - \frac{2}{3} G_0 \right) \varepsilon. \end{aligned} \quad (4)$$

Случай 2: $\Gamma \geq \Gamma_1$. В этом случае физические уравнения плоского одномерного деформирования будут иметь вид:

$$\begin{aligned} \sigma_{xx} &= \frac{1}{3} K_0 \varepsilon + 2 \left[G_1 + (G_0 - G_1) \frac{\Gamma_1}{\Gamma} \right] \left(\varepsilon_{xx} - \frac{1}{3} \varepsilon \right); \quad \sigma_{yy} = \frac{1}{3} K_0 \varepsilon + 2 \left[G_1 + (G_0 - G_1) \frac{\Gamma_1}{\Gamma} \right] \left(\varepsilon_{yy} - \frac{1}{3} \varepsilon \right); \\ \sigma_{xy} = \sigma_{yx} &= \left[G_1 + (G_0 - G_1) \frac{\Gamma_1}{\Gamma} \right] \varepsilon_{xy}; \quad \sigma_{zz} = \left\{ \frac{1}{3} K_0 - \frac{2}{3} \left[G_1 + (G_0 - G_1) \frac{\Gamma_1}{\Gamma} \right] \right\} \varepsilon. \end{aligned} \quad (5)$$

Дифференциальные уравнения для геометрически линейной модели. Подставляя физические уравнения (4) и (5) в дифференциальные уравнения равновесия плоской деформации сплошной среды в декартовых координатах

$$\frac{\partial \sigma_{xx}}{\partial x} + \frac{\partial \sigma_{xy}}{\partial y} + F_x = 0; \quad \frac{\partial \sigma_{yx}}{\partial x} + \frac{\partial \sigma_{yy}}{\partial y} + F_y = 0, \quad (6)$$

получим два вида разрешающих уравнений в перемещениях, имеющих одну и ту же структуру:

$$\begin{cases} A_1 \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + B_1 \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} + C_1 \frac{\partial^2 u}{\partial x \partial y} + D_1 \frac{\partial^2 v}{\partial x^2} + E_1 \frac{\partial^2 v}{\partial y^2} + F_1 \frac{\partial^2 v}{\partial x \partial y} + F_x = 0; \\ A_2 \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + B_2 \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} + C_2 \frac{\partial^2 u}{\partial x \partial y} + D_2 \frac{\partial^2 v}{\partial x^2} + E_2 \frac{\partial^2 v}{\partial y^2} + F_2 \frac{\partial^2 v}{\partial x \partial y} + F_y = 0. \end{cases} \quad (7)$$

Коэффициенты $A_1, B_1, C_1, D_1, E_1, F_1$ и $A_2, B_2, C_2, D_2, E_2, F_2$ в уравнениях (7) зависят от вида физических уравнений.

1). Для физических уравнений (4) получим:

$$\begin{aligned} A_1 &= \frac{1}{3}K_0 + \frac{4}{3}G_0; \quad B_1 = G_0; \quad C_1 = 0; \quad D_1 = 0; \quad E_1 = 0; \quad F_1 = \frac{1}{3}K_0 + \frac{1}{3}G_0, \\ A_2 &= 0; \quad B_2 = 0; \quad C_2 = \frac{1}{3}K_0 + \frac{1}{3}G_0; \quad D_2 = G_0; \quad E_2 = \frac{1}{3}K_0 + \frac{4}{3}G_0; \quad F_2 = 0. \end{aligned} \quad (8)$$

2). Для физических уравнений (5) будем иметь:

$$\begin{aligned} A_1 &= \frac{1}{3}K_0 + \frac{4}{3}G_1 + \frac{4}{3}(G_0 - G_1)\frac{\Gamma_1}{\Gamma} - \frac{4}{3}(G_0 - G_1)\frac{\Gamma_1}{\Gamma^3}\left(\varepsilon_{xx} - \frac{1}{3}\varepsilon\right)(2\varepsilon_{xx} - \varepsilon_{yy}), \\ B_1 &= G_1 + (G_0 - G_1)\frac{\Gamma_1}{\Gamma} - (G_0 - G_1)\varepsilon_{xy}^2\frac{\Gamma_1}{\Gamma^3}; \quad C_1 = -2(G_0 - G_1)\varepsilon_{xy}\frac{\Gamma_1}{\Gamma^3}\left(\varepsilon_{xx} - \frac{1}{3}\varepsilon\right) - \frac{2}{3}(G_0 - G_1)\varepsilon_{xy}\frac{\Gamma_1}{\Gamma^3}(2\varepsilon_{xx} - \varepsilon_{yy}), \\ D_1 &= -2(G_0 - G_1)\varepsilon_{xy}\frac{\Gamma_1}{\Gamma^3}\left(\varepsilon_{xx} - \frac{1}{3}\varepsilon\right); \quad E_1 = -\frac{2}{3}(G_0 - G_1)\varepsilon_{xy}\frac{\Gamma_1}{\Gamma^3}(2\varepsilon_{yy} - \varepsilon_{xx}), \\ F_1 &= \frac{1}{3}K_0 + \frac{1}{3}G_1 + \frac{1}{3}(G_0 - G_1)\frac{\Gamma_1}{\Gamma} - (G_0 - G_1)\varepsilon_{xy}^2\frac{\Gamma_1}{\Gamma^3} - \frac{4}{3}(G_0 - G_1)\frac{\Gamma_1}{\Gamma^3}\left(\varepsilon_{xx} - \frac{1}{3}\varepsilon\right)(2\varepsilon_{yy} - \varepsilon_{xx}), \\ A_2 &= -\frac{2}{3}(G_0 - G_1)\varepsilon_{xy}\frac{\Gamma_1}{\Gamma^3}(2\varepsilon_{xx} - \varepsilon_{yy}); \quad B_2 = -2(G_0 - G_1)\varepsilon_{xy}\frac{\Gamma_1}{\Gamma^3}\left(\varepsilon_{yy} - \frac{1}{3}\varepsilon\right); \\ C_2 &= \frac{1}{3}K_0 + \frac{1}{3}G_1 + \frac{1}{3}(G_0 - G_1)\frac{\Gamma_1}{\Gamma} - (G_0 - G_1)\varepsilon_{xy}^2\frac{\Gamma_1}{\Gamma^3} - \frac{4}{3}(G_0 - G_1)\frac{\Gamma_1}{\Gamma^3}\left(\varepsilon_{yy} - \frac{1}{3}\varepsilon\right)(2\varepsilon_{xx} - \varepsilon_{yy}), \\ D_2 &= G_1 + (G_0 - G_1)\frac{\Gamma_1}{\Gamma} - (G_0 - G_1)\varepsilon_{xy}^2\frac{\Gamma_1}{\Gamma^3}; \\ E_2 &= \frac{1}{3}K_0 + \frac{4}{3}G_1 + \frac{4}{3}(G_0 - G_1)\frac{\Gamma_1}{\Gamma} - \frac{4}{3}(G_0 - G_1)\frac{\Gamma_1}{\Gamma^3}\left(\varepsilon_{yy} - \frac{1}{3}\varepsilon\right)(2\varepsilon_{yy} - \varepsilon_{xx}), \\ F_2 &= -2(G_0 - G_1)\varepsilon_{xy}\frac{\Gamma_1}{\Gamma^3}\left(\varepsilon_{yy} - \frac{1}{3}\varepsilon\right) - \frac{2}{3}(G_0 - G_1)\varepsilon_{xy}\frac{\Gamma_1}{\Gamma^3}(2\varepsilon_{yy} - \varepsilon_{xx}) \end{aligned} \quad (9)$$

Таким образом, дифференциальные уравнения равновесия в перемещениях для линейно-упругой в отношении объёмных и нелинейной в отношении сдвиговых деформаций, сплошной среды, находящейся в условиях плоской деформации, при билинейной аппроксимации графика диаграммы сдвиговых деформаций без учёта геометрически нелинейности построены.

Физические уравнения для геометрически нелинейной модели сплошной среды. Физические соотношения и замыкающие уравнения для геометрически нелинейной модели сплошной среды для случая плоской деформации будут записываться в форме, аналогичной соотношениям (1 - 5) (если в всех величин, входящих в эти формулы проставить звёздочки).

Таким образом, σ^* – первый инвариант тензора обобщённых напряжений; ε^* – первый инвариант тензора нелинейных деформаций; T^* – интенсивность обобщённых касательных напряжений; Γ^* – интенсивность нелинейных деформаций сдвига; K_0^* – геометрически нелинейный аналог начального модуля объёмного расширения (сжатия); G_0^* – геометрически нелинейный аналог начального модуля сдвига; G_1^* – геометрически нелинейный аналог начального модуля упрочнения при сдвиге.

При плоской деформации сплошной среды в декартовых координатах, описываемой геометрически нелинейной моделью $\varepsilon^* = \varepsilon_{xx}^* + \varepsilon_{yy}^*$ и $\Gamma^* = \sqrt{\frac{2}{3}\left[(\varepsilon_{xx}^* - \varepsilon_{yy}^*)^2 + \varepsilon_{xx}^{*2} + \varepsilon_{yy}^{*2} + \frac{3}{2}\varepsilon_{xy}^{*2}\right]}$, причём

$$\varepsilon_{xx}^* = \frac{\partial u}{\partial x} + \frac{1}{2}\left[\left(\frac{\partial u}{\partial x}\right)^2 + \left(\frac{\partial v}{\partial x}\right)^2\right]; \quad \varepsilon_{yy}^* = \frac{\partial v}{\partial y} + \frac{1}{2}\left[\left(\frac{\partial u}{\partial y}\right)^2 + \left(\frac{\partial v}{\partial y}\right)^2\right]; \quad \varepsilon_{xy}^* = \varepsilon_{yx}^* = \frac{\partial u}{\partial y} + \frac{\partial v}{\partial x} + \frac{\partial u}{\partial x}\frac{\partial u}{\partial y} + \frac{\partial v}{\partial x}\frac{\partial v}{\partial y}.$$

Дифференциальные уравнения для геометрически нелинейной модели. Подставляя геометрически нелинейные аналоги физических уравнений (4) и (5) в дифференциальные уравнения равновесия плоской деформации сплошной среды при учёте геометрической нелинейности

$$\begin{cases} \frac{\partial}{\partial x} \left[\left(1 + \frac{\partial u}{\partial x} \right) \sigma_{xx}^* + \frac{\partial u}{\partial y} \sigma_{xy}^* \right] + \frac{\partial}{\partial y} \left[\left(1 + \frac{\partial u}{\partial x} \right) \sigma_{yx}^* + \frac{\partial u}{\partial y} \sigma_{yy}^* \right] + DF_x = 0; \\ \frac{\partial}{\partial x} \left[\frac{\partial v}{\partial x} \sigma_{xx}^* + \left(1 + \frac{\partial v}{\partial y} \right) \sigma_{xy}^* \right] + \frac{\partial}{\partial y} \left[\frac{\partial v}{\partial x} \sigma_{yx}^* + \left(1 + \frac{\partial v}{\partial y} \right) \sigma_{yy}^* \right] + DF_y = 0 \end{cases} \quad (10)$$

получим два вида разрешающих уравнений в перемещениях, имеющих одну и ту же структуру:

$$\begin{cases} A_1 \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + B_1 \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} + C_1 \frac{\partial^2 u}{\partial x \partial y} + D_1 \frac{\partial^2 v}{\partial x^2} + E_1 \frac{\partial^2 v}{\partial y^2} + F_1 \frac{\partial^2 v}{\partial x \partial y} + DF_x = 0; \\ A_2 \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + B_2 \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} + C_2 \frac{\partial^2 u}{\partial x \partial y} + D_2 \frac{\partial^2 v}{\partial x^2} + E_2 \frac{\partial^2 v}{\partial y^2} + F_2 \frac{\partial^2 v}{\partial x \partial y} + DF_y = 0. \end{cases} \quad (11)$$

Здесь $D = \left(1 + \frac{\partial u}{\partial x} \right) \left(1 + \frac{\partial v}{\partial y} \right) - \frac{\partial u}{\partial y} \frac{\partial v}{\partial x}$.

Коэффициенты $A_1, B_1, C_1, D_1, E_1, F_1$ и $A_2, B_2, C_2, D_2, E_2, F_2$ в уравнениях (11) зависят от вида физических уравнений.

1). Для геометрически нелинейного аналога физических уравнений (4) получим:

$$\begin{aligned} A_1 &= \frac{1}{3} K_0^* \varepsilon^* + 2G_0^* \left(\varepsilon_{xx}^* - \frac{1}{3} \varepsilon^* \right) + \left(1 + \frac{\partial u}{\partial x} \right)^2 \left(\frac{1}{3} K_0^* + \frac{4}{3} G_0^* \right) + G_0^* \left(\frac{\partial u}{\partial y} \right)^2; \\ B_1 &= \frac{1}{3} K_0^* \varepsilon^* + 2G_0^* \left(\varepsilon_{yy}^* - \frac{1}{3} \varepsilon^* \right) + \left(\frac{\partial u}{\partial y} \right)^2 \left(\frac{1}{3} K_0^* + \frac{4}{3} G_0^* \right) + G_0^* \left(1 + \frac{\partial u}{\partial x} \right)^2; \\ C_1 &= 2G_0^* \varepsilon_{xy}^* + 2 \frac{\partial u}{\partial y} \left(1 + \frac{\partial u}{\partial x} \right) \left(\frac{1}{3} K_0^* - \frac{2}{3} G_0^* \right) + 2G_0^* \frac{\partial u}{\partial y} \left(1 + \frac{\partial u}{\partial x} \right); \\ D_1 &= \frac{\partial v}{\partial x} \left(1 + \frac{\partial u}{\partial x} \right) \left(\frac{1}{3} K_0^* + \frac{4}{3} G_0^* \right) + G_0^* \frac{\partial u}{\partial y} \left(1 + \frac{\partial v}{\partial y} \right); \quad E_1 = \frac{\partial u}{\partial y} \left(1 + \frac{\partial v}{\partial y} \right) \left(\frac{1}{3} K_0^* + \frac{4}{3} G_0^* \right) + G_0^* \frac{\partial v}{\partial x} \left(1 + \frac{\partial u}{\partial x} \right); \\ F_1 &= \frac{\partial u}{\partial y} \frac{\partial v}{\partial x} \left(\frac{1}{3} K_0^* + \frac{1}{3} G_0^* \right) + \left(1 + \frac{\partial u}{\partial x} \right) \left(1 + \frac{\partial v}{\partial y} \right) \left(\frac{1}{3} K_0^* + \frac{1}{3} G_0^* \right); \\ A_2 &= \frac{\partial v}{\partial x} \left(1 + \frac{\partial u}{\partial x} \right) \left(\frac{1}{3} K_0^* + \frac{4}{3} G_0^* \right) + G_0^* \frac{\partial u}{\partial y} \left(1 + \frac{\partial v}{\partial y} \right); \quad B_2 = \frac{\partial u}{\partial y} \left(1 + \frac{\partial v}{\partial y} \right) \left(\frac{1}{3} K_0^* + \frac{4}{3} G_0^* \right) + G_0^* \frac{\partial v}{\partial x} \left(1 + \frac{\partial u}{\partial x} \right); \\ C_2 &= \frac{\partial u}{\partial y} \frac{\partial v}{\partial x} \left(\frac{1}{3} K_0^* + \frac{1}{3} G_0^* \right) + \left(1 + \frac{\partial u}{\partial x} \right) \left(1 + \frac{\partial v}{\partial y} \right) \left(\frac{1}{3} K_0^* + \frac{1}{3} G_0^* \right); \\ D_2 &= \frac{1}{3} K_0^* \varepsilon^* + 2G_0^* \left(\varepsilon_{xx}^* - \frac{1}{3} \varepsilon^* \right) + \left(\frac{\partial v}{\partial x} \right)^2 \left(\frac{1}{3} K_0^* + \frac{4}{3} G_0^* \right) + G_0^* \left(1 + \frac{\partial v}{\partial y} \right)^2; \\ E_2 &= \frac{1}{3} K_0^* \varepsilon^* + 2G_0^* \left(\varepsilon_{yy}^* - \frac{1}{3} \varepsilon^* \right) + \left(1 + \frac{\partial v}{\partial y} \right)^2 \left(\frac{1}{3} K_0^* + \frac{4}{3} G_0^* \right) + G_0^* \left(\frac{\partial v}{\partial x} \right)^2; \\ F_2 &= 2G_0^* \varepsilon_{xy}^* + 2 \frac{\partial v}{\partial x} \left(1 + \frac{\partial v}{\partial y} \right) \left(\frac{1}{3} K_0^* - \frac{2}{3} G_0^* \right) + 2G_0^* \frac{\partial v}{\partial x} \left(1 + \frac{\partial v}{\partial y} \right). \end{aligned} \quad (12)$$

2). Для геометрически нелинейного аналога физических уравнений (5) будем иметь:

$$\begin{aligned}
b_{21} &= 2 \frac{\partial v}{\partial x} \left\{ \left[G_1^* + (G_0^* - G_1^*) \frac{\Gamma_1^*}{\Gamma^*} \right] - \frac{2}{3} (G_0^* - G_1^*) (2\varepsilon_{xx}^* - \varepsilon_{yy}^*) \left(\varepsilon_{xx}^* - \frac{1}{3} \varepsilon^* \right) \frac{\Gamma_1^*}{\Gamma^{*3}} \right\} - \frac{2}{3} \left(1 + \frac{\partial v}{\partial y} \right) (G_0^* - G_1^*) (2\varepsilon_{xx}^* - \varepsilon_{yy}^*) \frac{\varepsilon_{xy}^* \Gamma_1^*}{\Gamma^{*3}}; \\
b_{22} &= \frac{2}{3} \frac{\partial v}{\partial x} (G_0^* - G_1^*) (2\varepsilon_{xx}^* - \varepsilon_{yy}^*) \frac{\varepsilon_{xy}^* \Gamma_1^*}{\Gamma^{*3}} + \frac{4}{3} \left(1 + \frac{\partial v}{\partial y} \right) (G_0^* - G_1^*) (2\varepsilon_{xx}^* - \varepsilon_{yy}^*) \left(\varepsilon_{yy}^* - \frac{1}{3} \varepsilon^* \right) \frac{\Gamma_1^*}{\Gamma^{*3}}; \\
b_{23} &= \frac{4}{3} \frac{\partial v}{\partial x} (G_0^* - G_1^*) (2\varepsilon_{yy}^* - \varepsilon_{xx}^*) \left(\varepsilon_{xx}^* - \frac{1}{3} \varepsilon^* \right) \frac{\Gamma_1^*}{\Gamma^{*3}} + \frac{2}{3} \left(1 + \frac{\partial v}{\partial y} \right) (G_0^* - G_1^*) (2\varepsilon_{yy}^* - \varepsilon_{xx}^*) \frac{\varepsilon_{xy}^* \Gamma_1^*}{\Gamma^{*3}}; \\
b_{24} &= \frac{2}{3} \frac{\partial v}{\partial x} (G_0^* - G_1^*) (2\varepsilon_{yy}^* - \varepsilon_{xx}^*) \frac{\varepsilon_{xy}^* \Gamma_1^*}{\Gamma^{*3}} - 2 \left(1 + \frac{\partial v}{\partial y} \right) \left\{ \left[G_1^* + (G_0^* - G_1^*) \frac{\Gamma_1^*}{\Gamma^*} \right] - \frac{2}{3} (G_0^* - G_1^*) (2\varepsilon_{yy}^* - \varepsilon_{xx}^*) \left(\varepsilon_{yy}^* - \frac{1}{3} \varepsilon^* \right) \frac{\Gamma_1^*}{\Gamma^{*3}} \right\}; \\
b_{25} &= 2 \frac{\partial v}{\partial x} (G_0^* - G_1^*) \left(\varepsilon_{xx}^* - \frac{1}{3} \varepsilon^* \right) \frac{\varepsilon_{xy}^* \Gamma_1^*}{\Gamma^{*3}} - \left(1 + \frac{\partial v}{\partial y} \right) \left[G_1^* + (G_0^* - G_1^*) \frac{\Gamma_1^*}{\Gamma^*} \left(1 - \frac{\varepsilon_{xy}^{*2}}{\Gamma^{*2}} \right) \right]; \\
b_{26} &= \frac{\partial v}{\partial x} \left[G_1^* + (G_0^* - G_1^*) \frac{\Gamma_1^*}{\Gamma^*} \left(1 - \frac{\varepsilon_{xy}^{*2}}{\Gamma^{*2}} \right) \right] - 2 \left(1 + \frac{\partial v}{\partial y} \right) (G_0^* - G_1^*) \left(\varepsilon_{yy}^* - \frac{1}{3} \varepsilon^* \right) \frac{\varepsilon_{xy}^* \Gamma_1^*}{\Gamma^{*3}}.
\end{aligned}$$

Таким образом, дифференциальные уравнения равновесия в перемещениях, описывающие напряжённно-деформированное состояние линейно-упругой в отношении объёмных и нелинейной в отношении сдвиговых деформаций, сплошной среды, находящейся в условиях плоской деформации, при билинейной аппроксимации графика диаграммы сдвиговых деформаций с учётом геометрической нелинейности построены.

Алгоритм практического определения напряжённно-деформированного состояния сплошной среды. Рассмотрим, в качестве примера, полупространство, находящееся в условиях плоской деформации. На поверхности полупространства на ограниченном участке, в направлении оси Y , совпадающей со свободной границей полупространства, действует нагрузка, интенсивностью q , бесконечно протяжённая в направлении оси Z (ось X направлена вниз). Механическое поведение материала полупространства описывается моделью, в соответствии с которой объёмные деформации и средние напряжения в точке связаны между собой линейным законом; сдвиговые деформации и касательные напряжения связаны между собой произвольным законом, аппроксимированным билинейной функцией. Диаграммы объёмного и сдвигового деформирования известны. Требуется определить напряжённно-деформированное состояние полупространства.

Алгоритм решения задачи будет состоять из следующих этапов.

1. Предполагаем, что деформации и напряжения в полупространства таковы, что интенсивность деформаций сдвига не выходит за пределы точки излома графика диаграммы $T = T(\Gamma)$.
2. На основании дифференциальных уравнений (7) определяем перемещения, а, следовательно, и деформации, и, на основании соотношений (4), напряжения в каждой точке полупространства от действующей внешней нагрузки q .
3. По полученным данным вычисляем в каждой точке полупространства интенсивность деформаций сдвига Γ .
4. Определяем геометрическое место точек полупространства – это будет некоторая цилиндрическая поверхность, бесконечно протяжённая в направлении оси Z , (назовём её поверхностью излома) – в которых полученная величина интенсивности деформаций сдвига не превышает или равна интенсивности деформаций сдвига, соответствующей точке излома графика диаграммы $T = T(\Gamma)$.
5. Во всех точках полупространства от его поверхности до цилиндрической поверхности излома определяем перемещения, деформации и напряжения пользуясь дифференциальными уравнениями (7) с коэффициентами (9) и физическими соотношениями (5).
6. Решением нашей задачи будет напряжённно-деформированное состояние полупространства за пределами поверхности излома, полученное по соотношениями (7), (8) и (4), и напряжённно-деформированное состояние полупространства от его поверхности до поверхности излома, полученное по соотношениями (7), (9) и (5).
7. Правильность полученного решения оцениваем в каждой точке полупространства путём сравнения интенсивностей касательных напряжений и деформаций сдвига, вычисленных по полученным напряжениям и деформациям, и их значениям на диаграмме сдвига $T = T(\Gamma)$.

Заключение. Сформулированный в статье алгоритм решения задачи, а также физические зависимости и дифференциальные уравнения равновесия в перемещениях могут найти применение при определении напряжённно-деформированного состояния сплошной среды, находящейся в условиях плоской

деформации, как с учётом, так и без учёта геометрической нелинейности, физические соотношения для которой в отношении объёмных деформаций описываются линейным законом упругости, а в отношении сдвиговых деформаций описываются произвольным нелинейным законом, аппроксимируемым билинейной функцией.

Список использованных источников

1. Бакушев С.В. Аппроксимация диаграмм деформирования билинейными функциями. //Строительная механика и расчёт сооружений. – 2019. №2 (283). – С.2-11.
2. Бакушев С.В. Дифференциальные уравнения равновесия сплошной среды для плоской деформации в декартовых координатах при билинейной аппроксимации замыкающих уравнений (геометрически линейная модель). //Региональная архитектура и строительство. – 2019., №1(38). – с.76-85.
3. Бакушев С.В. Дифференциальные уравнения равновесия сплошной среды для плоской деформации в декартовых координатах при билинейной аппроксимации замыкающих уравнений (геометрически нелинейная модель). //Региональная архитектура и строительство. – 2019., №2(39). – с.86-100.
4. Бакушев С.В. Аппроксимация диаграмм деформирования квадратичными функциями. //Строительная механика и расчёт сооружений. – 2020. №3 (290). – С.2-14. DOI: 10.37538/0039-2383.2020.3.2.14.
5. Бакушев С.В. Дифференциальные уравнения и краевые задачи механики деформируемого твёрдого тела. моногр. - М.: ЛЕНАНД, 2020 – 304 с.
6. Новожилов В.В. Теория упругости. Судпромгиз., 1958г. 370 с.
7. Бакушев С.В. Геометрически и физически нелинейная механика сплошной среды: Плоская задача. – Изд. стереотип. – М.: Книжный дом «ЛИБРОКОМ», 2020 – 312 с.

УДК 699.865

67.09.45 Неорганические материалы и строительные изделия

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ФАКТОРОВ НА ИЗМЕНЕНИЕ ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПЕНОПОЛИСТИРОЛЬНЫХ ПЛИТ

Монастырев П.В.,

*ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», советник РААСН,
д.т.н., профессор
e-mail: monastirev68@mail.ru*

Езерский В.А.,

*Белостокский технический университет, г. Белосток, Республика Польша, д.т.н., профессор
e-mail: wiz75micz@rambler.ru*

Никулин Э.А.,

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

Сафонова Т.А.,

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

Крюкова А.А.,

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

Энергосберегающая политика, проводимая в мире, привела к широкому внедрению в практику строительства многослойных наружных ограждающих конструкций [1-14]. В качестве теплозащитного слоя таких конструкций используют теплоизоляционные материалы, одним из важнейших показателей которых, с точки зрения проектирования, является коэффициент теплопроводности [15-21]. Различными авторами проводились исследования влияния эксплуатационных факторов на коэффициент теплопроводности пенополистирольных утеплителей, но комплексных исследований не было проведено [22-24]. В связи с этим было необходимо провести экспериментальное исследование изменения коэффициента

теплопроводности пенополистирольных плит λ (Y_i), Вт/(м·°С) в ограждающей конструкции в зависимости от следующих факторов:

- начальной плотности пенополистирольных плит γ (X_1) кг/м³;
- влажности пенополистирольных плит ω (X_2) %;
- числа циклов чередующегося замораживания-оттаивания пенополистирольных плит n (X_3), циклы;
- амплитуды температуры перехода через ноль A_0 (X_4), °С,

В качестве объекта исследования использовались пенополистирольные плиты компании «НОВОПЛАСТ».

Все факторы в исследовании варьировались на трех уровнях таблица 1.

Таблица 1

Область определения факторов и кодированные их значения				
	Обозначение фактора	-1	0	+1
1.	Первоначальная плотность пенополистирольных плит $\gamma(X_1)$, кг/м ³	15	30	40
2.	Влажность пенополистирольных плит ω (X_2), %	0	20	40
3.	Числа циклов чередующегося замораживания-оттаивания пенополистирольных плит n (X_3), циклы	10	55	100
4.	Амплитуда температуры перехода через 0°С в слое теплоизоляционного материала $A_0(X_4)$, °С	4	22	40

Для описания поверхности отклика $Y = f(X_1, X_2, X_3, X_4)$ проведен четырехфакторный вычислительный эксперимент по плану второго порядка.

При этом использован композиционный трехуровневый симметричный план, имеющий достаточно высокую эффективность по основным статистическим критериям и включающий 24 опыта. План эксперимента приведен в таблице 2.

Для проведения испытаний образцы из пенополистирольных плит вырезались размером a (100 мм) х b (100 мм) х h (25 мм), таким образом, чтобы сторона a совпадала с шириной плиты, а сторона b - с ее длиной. Размеры образцов были выбраны исходя из возможности замеров коэффициента теплопроводности и габаритов экспериментального оборудования.

Образцы пенополистирольных плит с минимальным значением влажности высушивались до постоянной массы согласно ГОСТ 17177-94 [25]. Критерием подготовленного образца являлась его постоянная масса, т.е. потеря массы после повторного высушивания в течение 0,5 ч не должна была превышать 0,1 %.

При подготовке образцов со средним значением влажности, в ванну 4 (рисунок 1) на сетчатую подставку 3 помещали образец 2 и фиксировали его положение сетчатым пригрузом 1. Затем заливали в ванну воду температурой (22 ± 5) °С так, чтобы уровень воды был выше пригруза на 20...40 мм. В таком виде образцы выдерживали до влажности равной 20% и 40 %.

Циклическому воздействию температур образцы пенополистирольных плит подвергались в климатической камере ТХВ-80. Ход изменения температуры к климатической камере программировался по следующей схеме: 2 часа понижение температуры до требуемого отрицательного значения температуры; 2 часа выдерживание при постоянной отрицательной температуре; 2 часа повышение температуры до требуемого положительного значения температуры; 2 часа выдерживание при постоянной положительной температуре.

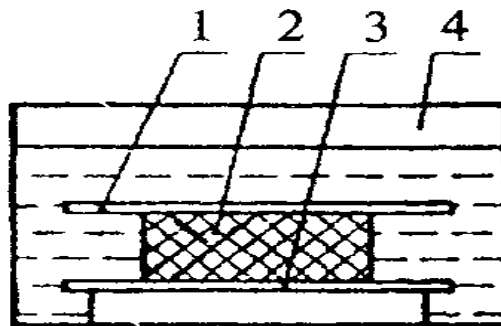


Рисунок 1 - Ванна с образцом пенополистирольной плиты полностью погруженным в воду:

1 – сетчатый пригруз; 2 – образец; 3 – сетчатая подставка; 4 – ванна

Коэффициент теплопроводности измерялся по ГОСТ 7076-99 [26] с использованием прибора ИТП-МГ4(100).

План и результаты эксперимента приведены в таблице 2.

Таблица 2

Матрица планирования и результаты эксперимента по определению коэффициента теплопроводности пенополистирольных плит λ ($Y_{\lambda i}$), Вт/(м·°С)

№ опыта	X_1	X_2	X_3	X_4	$Y_{\lambda 1}$	$Y_{\lambda 2}$	$Y_{\lambda 3}$	$\bar{Y}_{\lambda i}$	S_i^2
1	-1	-1	-1	-1	0,038	0,039	0,037	0,038	0,0000015
2	+1	-1	-1	-1	0,032	0,031	0,033	0,032	0,0000015
3	-1	+1	-1	-1	0,042	0,041	0,043	0,042	0,0000015
4	+1	+1	-1	-1	0,035	0,036	0,037	0,036	0,0000001
5	-1	-1	+1	-1	0,04	0,039	0,041	0,040	0,0000015
6	+1	-1	+1	-1	0,041	0,042	0,04	0,041	0,0000015
7	-1	+1	+1	-1	0,043	0,044	0,045	0,044	0,0000001
8	+1	+1	+1	-1	0,046	0,041	0,043	0,043	0,0000145
9	-1	-1	-1	+1	0,04	0,041	0,042	0,041	0,0000001
10	+1	-1	-1	+1	0,042	0,041	0,043	0,042	0,0000015
11	-1	+1	-1	+1	0,044	0,04	0,041	0,042	0,0000105
12	+1	+1	-1	+1	0,045	0,043	0,044	0,044	0,0000025
13	-1	-1	+1	+1	0,043	0,044	0,045	0,044	0,0000001
14	+1	-1	+1	+1	0,039	0,04	0,041	0,040	0,0000001
15	-1	+1	+1	+1	0,046	0,044	0,045	0,045	0,0000025
16	+1	+1	+1	+1	0,045	0,045	0,043	0,043	0,0000002
17	-1	0	0	0	0,041	0,04	0,042	0,041	0,0000015
18	+1	0	0	0	0,041	0,039	0,043	0,041	0,0000006
19	0	-1	0	0	0,039	0,037	0,038	0,038	0,0000025
20	0	+1	0	0	0,038	0,039	0,037	0,037	0,0000025
21	0	0	-1	0	0,041	0,04	0,042	0,041	0,0000015
22	0	0	+1	0	0,042	0,04	0,044	0,042	0,0000006
23	0	0	0	-1	0,037	0,038	0,036	0,037	0,0000015
24	0	0	0	+1	0,038	0,037	0,039	0,038	0,0000015

По результатам эксперимента (таблица 2) построена регрессионная модель:

$$\hat{Y}_{\lambda} = 0,0389 - 0,0006X_1 + 0,0014X_2 + 0,0010X_3 + 0,0012X_4 + 0,0009X_1X_4 + 0,0014X_3X_4 + 0,0026X_1^2 - 0,0014X_2^2 + 0,0026X_3^2 - 0,0014X_4^2.$$

Интерпретация результатов исследования выполнена на основе анализа уравнения регрессии. Выявилось, прежде всего, влияние отдельных факторов.

Наиболее сильное влияние на коэффициент теплопроводности пенополистирольных плит оказывает фактор X_2 – влажность теплоизоляционного материала. Выявлены положительные линейный и отрицательный квадратичный эффекты влияния этого фактора, что свидетельствует об увеличении коэффициента теплопроводности пенополистирольных плит с изменением их влажности с 0 до 40%. Незначительное увеличение \hat{Y}_{λ} , до 8,3 % (с 0,036 до 0,039 Вт/м·°С) наблюдается при изменении влажности с 0 до 20%. В интервале от 20 до 40% коэффициент теплопроводности пенополистирольных плит остается на прежнем уровне (0,039 Вт/м·°С).

На втором месте по силе влияния на коэффициент теплопроводности пенополистирольных плит оказался фактор X_4 – амплитуда температуры перехода через 0°С в слое теплоизоляционного материала. Выявлены положительные линейный и отрицательный квадратичный эффекты влияния этого фактора, что свидетельствует об увеличении коэффициента теплопроводности пенополистирольных плит с изменением амплитуды с 4 до 40°С. Увеличение \hat{Y}_{λ} , до 8,3 % (с 0,036 до 0,039 Вт/м·°С) наблюдается при изменении амплитуды с 4 до 22°С. В интервале от 22 до 40°С коэффициент теплопроводности пенополистирольных плит остается на прежнем уровне (0,039 Вт/м·°С). На характер и силу влияния фактора X_4 незначительное влияние оказывает его взаимодействие с фактором X_1 (первоначальная плотность пенополистирольных плит), X_3 (число циклов чередующегося замораживания-оттаивания пенополистирольных плит).

На третьем месте по силе влияния оказался фактор X_3 (количество циклов чередующегося замораживания-оттаивания пенополистирольных плит). Выявлены положительный линейный и квадратичный эффекты влияния этого фактора, что свидетельствует об увеличении теплопроводности, при увеличении циклов замораживания-оттаивания с 10 до 100 циклов. Однако изменение \hat{Y}_{λ} в зависимости от данного фактора

неравномерно. При изменении X_3 от 10 до 55 циклов \hat{Y}_λ снижается на 4,8% (с 0,041 до 0,039 Вт/м⁰С), в то же время на интервале от 55 до 100 циклов наблюдается рост \hat{Y}_λ , который составил 10,2% (с 0,039 до 0,043 Вт/м⁰С). На характер и силу влияния фактора X_3 незначительное влияние оказывает его взаимодействие с фактором X_4 (амплитуда температуры перехода через 0⁰С в слое теплоизоляционного материала).

На последнем месте по силе влияния на коэффициент теплопроводности пенополистирольных плит оказался фактор X_1 – плотность теплоизоляционного материала. Выявлены отрицательный линейный и положительный квадратичный эффекты влияния этого фактора, что свидетельствует о снижении коэффициента теплопроводности пенополистирольных плит с изменением их плотности с 15 до 40 кг/м³. Однако изменение \hat{Y}_λ в зависимости от данного фактора неравномерно. Снижение \hat{Y}_λ , до 7,1 % (с 0,042 до 0,039 Вт/(м⁰С)) наблюдается при изменении плотности теплоизоляционного материала с 15 до 30 кг/м³. В интервале от 30 до 40 кг/м³ наблюдается рост коэффициента теплопроводности пенополистирольных плит (с 0,039 до 0,041 Вт/(м⁰С)) на 5,1 %. На характер и силу влияния фактора X_1 незначительное влияние оказывает его взаимодействие с фактором X_4 (амплитуда температуры перехода через 0⁰С в слое теплоизоляционного материала).

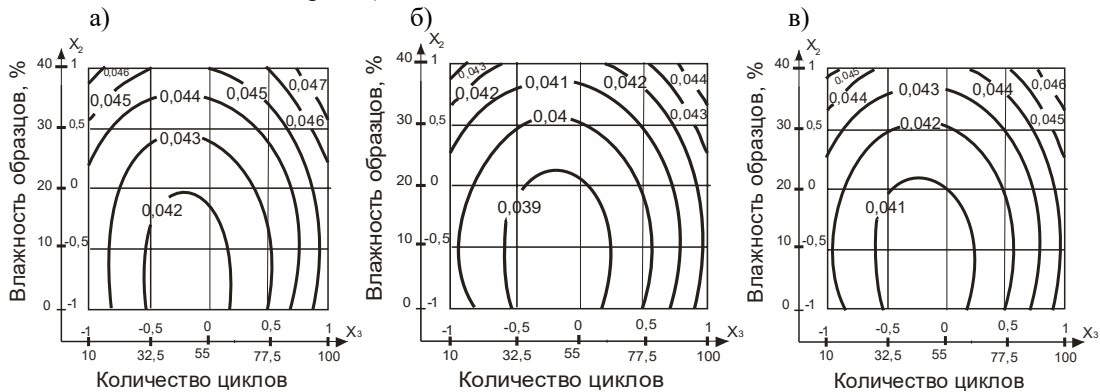


Рисунок 2 – Изменение коэффициента теплопроводности λ , Вт/(м⁰С) (Y_λ) в зависимости от влажности пенополистирольных плит ω , % (фактор X_2) и числа циклов чередующегося замораживания-оттаивания n , циклы (фактор X_3) при амплитуде температуры $A_0=22$ ⁰С (фактор $X_4=0$), и плотности пенополистирольных плит γ (фактор X_1): а) 15 кг/м³ ($X_1 = -1$); б) 30 кг/м³ ($X_1 = 0$); в) 40 кг/м³ ($X_1 = +1$)

Графическая интерпретация результатов эксперимента приведена на рисунках 2 и 3. Из них видно, что при изменении числа циклов чередующегося замораживания-оттаивания пенополистирольных плит на первом этапе происходит уменьшение коэффициента теплопроводности, а на втором его увеличение. Переломной точкой динамики изменения коэффициента теплопроводности, независимо от плотности исследуемых образцов, является 50 циклов замораживания-оттаивания. Установлено, что образцы пенополистирольных плит плотностью 30 кг/м³ имеют меньшую теплопроводность по сравнению с пенополистиролом плотностью 15 кг/м³ и 40 кг/м³.

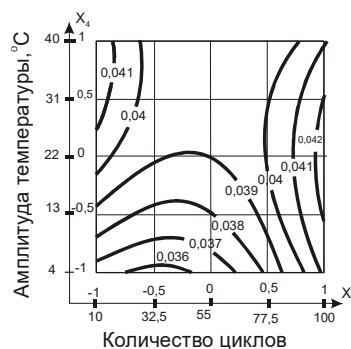


Рисунок 3 – Изменение коэффициента теплопроводности λ , Вт/(м⁰С) (Y_λ) в зависимости числа циклов чередующегося замораживания-оттаивания пенополистирольных плит n , циклы (фактор X_3) и амплитуды температуры перехода через ноль A_0 , ⁰С (фактор X_4) при плотности пенополистирольных плит 30 кг/м³ и влажности 20 %

На графиках видно (рисунок 2), что влияние влажности пенополистирольных плит имеет одинаковую силу воздействия на коэффициент теплопроводности теплоизоляционного материала различной

плотности. А именно, в образцах любой плотности при изменении их влажности от 0 до 40 %, коэффициент теплопроводности изменяется приблизительно на 0,002 Вт/(м·°С).

На изменение коэффициента теплопроводности значительное воздействие оказывает амплитуда температуры перехода через ноль. Из рисунка 3 можно увидеть, что наибольшее изменение коэффициента теплопроводности от 0,036 до 0,039 Вт/м·°С наблюдается при изменении амплитуды температуры перехода через ноль от 4 до 22 °С в интервале от 10 до 50 циклов замораживания-оттаивания. При изменении амплитуды от 22 до 40 °С теплопроводность почти не изменяется. Небольшое увеличение коэффициента теплопроводности, независимо от влажности пенополистирола, можно наблюдать после 65 циклов замораживания-оттаивания.

Проведенное исследование показало, что эксплуатационные факторы могут оказывать значительное влияние на изменение коэффициента теплопроводности пенополистирольных плит, что в обязательном порядке необходимо учитывать при проектировании, строительстве и эксплуатации наружных ограждающих конструкций зданий.

Список использованных источников

1. Афанасьев А.А., Матвеев Е.П., Монастырев П.В. Индустриальные методы облицовки фасадов зданий при их утеплении// Промышленное и гражданское строительство. - 1997. - №6. - С.49-51
2. Береговой А.М., Береговой В.А., Монастырев П.В., Тараканов О.В. Аспекты термомодернизации зданий старой застройки // Региональная архитектура и строительство. - 2016. - № 4 (29). - С. 62-66.
3. Гусев Б.В., Езерский В.А., Монастырев П.В. Новый подход к оценке теплотехнических параметров наружных стен // Кровельные и изоляционные материалы. – 2006. - № 3. – С.61-63.
4. Гусев Б.В., Езерский В.А., Монастырев П.В. Физико-статистический подход к оценке теплотехнических параметров ограждающих конструкций // Кровельные и изоляционные материалы. – 2007. - № 1. – С.55-57.
5. Гусев Б.В., Езерский В.А., Монастырев П.В. Изменение линейных размеров минераловатных плит в условиях эксплуатационных воздействий // Промышленное и гражданское строительство. - 2004. - № 8. – С.32-34.
6. Гусев Б.В., Езерский В.А., Монастырев П.В. Потеря массы минераловатных плит в условиях эксплуатационных воздействий// Строительные материалы, оборудование, технологии XXI века. – 2005. - № 6. – С.51.
7. Дмитриев А.Н., Монастырев П.В., Сборщиков С.Б. Энергосбережение в реконструируемых зданиях – М.: Издательство Ассоциации строительных вузов, 2008.– 208 с.
8. Езерский В.А., Монастырев П.В., Клычников Р.Ю. Техничко-экономическая оценка термомодернизации жилых зданий – М.: Издательство Ассоциации строительных вузов, 2011.– 176 с.
9. Езерский В.А., Монастырев П.В., Клычников Р.Ю. Особенности экономической оценки термомодернизации зданий в условиях современных рыночных отношений // Жилищное строительство. - 2010. - №8. – С.9-12.
10. 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.
11. 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.
12. Монастырев П.В. Жилищный фонд и энергосбережение// Жилищное строительство. - 2000. - №5. – С.14-15
13. 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.
14. Петрянина Л.Н., Дерина М.А., Монастырев П.В. Реконструкция городской среды: новая и сложившаяся застройка // Региональная архитектура и строительство. - 2016. - № 4 (29). - С. 83-86.
15. Гусев Б.В., Езерский В.А., Монастырев П.В. Теплопроводность минераловатных плит в условиях эксплуатационных воздействий// Промышленное и гражданское строительство. - 2005. - № 1. – С.48-49.
16. Леденев В.И., Матвеева И.В., Монастырев П.В. Физико-технические основы эксплуатации кирпичных стен. /Учебное пособие – М.: Издательство Ассоциации строительных вузов, 2008 – 160 с.
17. Езерский В.А., Монастырев П.В., Клычников Р.Ю. Влияние параметров теплоизоляции элементов жилого дома на расход тепловой энергии / Academia. Архитектура и строительство.– 2009. - № 5. – М. НИИСФ РААСН – С.291-296.

18. Монастырев П.В. Технология устройства дополнительной теплозащиты стен жилых зданий: Учебное пособие. – М.: Издательство АСВ, 2000.-160 с.
19. Езерский В.А., Монастырев П.В. Тепловой комфорт помещений термомодернизированных зданий //Жилищное строительство. – 2007. - № 3. – С. 11-12.
20. 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.
21. Александровский С.В. Долговечность наружных ограждающих конструкций, М.: НИИСФ РААСФ, 2004 – 332 с.
22. Техничко-экономические основы эксплуатации, реконструкции и реновации зданий. Сборщиков С.Б., Доможиллов Ю.Н., Монастырев П.В., Никитина Н.С.,ВейккоКауппила, Юха-АнттиКайвонен, ТеувоАро/Учебное пособие М.: Издательство Ассоциации строительных вузов, 2007 – 192 с.
23. 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.
24. Монастырев П.В. Дополнительное утепление наружных стен / Строительство и реконструкция зданий и сооружений городской инфраструктуры. Том 2. Научно-справочное пособие. Под общей редакцией академика РААСН, проф., д.т.н. В.И. Теличенко. – М.: Издательство АСВ, 2011. – С.256-295.
25. ГОСТ 17177-94. Материалы и изделия строительные теплоизоляционные. Методы испытаний / М.: ИПК Издательство стандартов, 1996 г.
26. ГОСТ 7076-99. Материалы и изделия строительные. Метод определения теплопроводности и термического сопротивления при стационарном тепловом режиме. / М.: Госстрой России, ГУП ЦПП, 2000 г.

УДК 692.115

67.11.29 Основания и фундаменты

ВЛИЯНИЕ СМЕЩЕНИЯ АРМИРУЮЩЕГО ЭЛЕМЕНТА НА НЕСУЩУЮ СПОСОБНОСТЬ ОСНОВАНИЯ ПРИ ВНЕЦЕНТРЕННОМ ПРИЛОЖЕНИИ НАГРУЗОК

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», аспирантка кафедры «Конструкции зданий и сооружений», 392018, Россия, г. Тамбов, ул. Мичуринская 112, корпус Д, e-mail: iabdulmonem@gmail.com.

В лаборатории «Механики грунтов» ТГТУ более 25 лет проводятся испытания армированных оснований. Ранее рассмотрены различные способы силового воздействия на основание (центральное и внецентренное приложение вертикальной и наклонной нагрузки), различные виды и материалы арматуры [1-8].

В этой статье предложены результаты лабораторных экспериментов по оценке влияния смещения армирующего элемента на скорость развития деформаций, несущую способность основания и крен модели фундамента при внецентренной передаче нагрузки на основание. Рассматривалось ступенчатое увеличение нагрузки и циклирование на одной из ступеней.

Испытания проводились в металлическом лотке с жесткими боковыми стенками размером 70 см х 55 см х 55 см. Грунт – песок мелкодисперсный, однородный в воздушно-сухом состоянии. Основание из песка формировалось послойным уплотнением с помощью металлической трамбовки до плотности 1,53 г/см³. Толщина каждого уплотненного слоя составляла 5 см, на нужную глубину при необходимости укладывали армирующую сетку.

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 1:5. Ступени нагружения принимали равными 0,1 от предварительно найденной разрушающей нагрузки. Каждую ступень выдерживали до условной стабилизации осадок (20 мин).

Нагружение проводили либо до разрушения, сопровождающегося выпором грунта или резким увеличением деформаций, либо до получения условной предельной осадки фундамента $[S]_{\text{л}}$.

В первой серии к штампу прикладывалась статическая центральная и внецентренная нагрузка с эксцентриситетом $e = 0,075 D$ и $0,15 D$ (рис. 1). На рис. 2 представлена зависимость нагрузка – осадка для неармированного основания.

Для сравнения с экспериментальными данными было использовано моделирование с помощью конечно-элементных программных комплексов Plaxis 3-D v20 и Midas GTS NX. Особенностью этих комплексов является возможность моделирования статического и циклического нагружения. Обоснованный прогноз дается на основе модели Мора-Кулона (идеальная упруго - пластическая модель), где используемый модуль деформации вычисляется на стадии потери прочности и дает очень близкие к экспериментальным результаты.

В таблице. 1 представлено сравнение результатов экспериментов и моделирования для неармированного основания. Сравнение проводилось по нагрузке, при которой происходила потеря несущей способности основания $F_{\text{л}}$ и соответствующей осадке $s_{\text{л}}$.

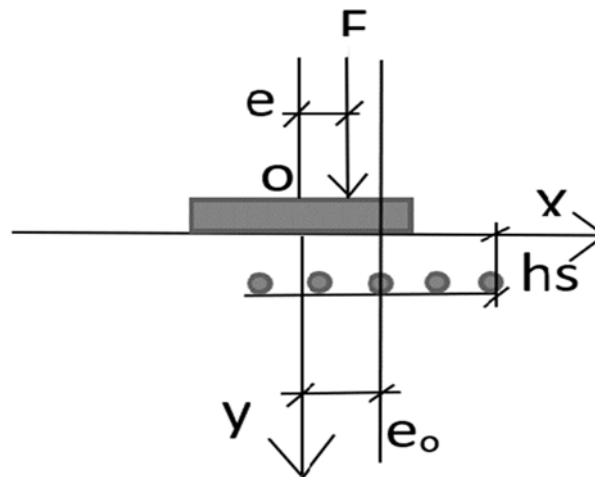


Рисунок 1 – Схема расположения армирующего элемента.

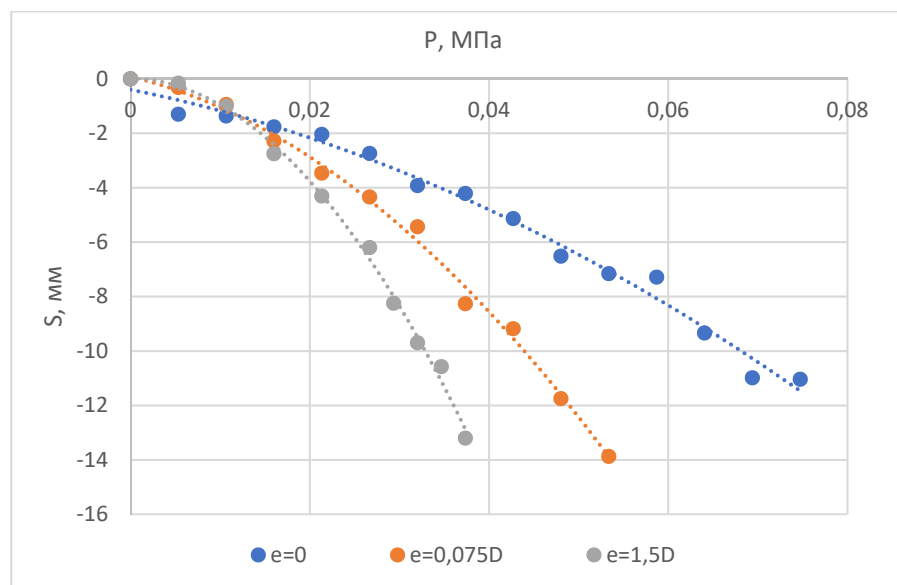


Рисунок 2 – Зависимость осадка-давление при внецентренном приложении нагрузки для неармированного основания.

Таблица 1

Сравнение результатов экспериментов и моделирования для неармированного основания

Относительный эксцентриситет $\bar{e} = e/D$	F_u , Н	s_u , мм. (эксперимент)	s_u , мм <i>Plaxis</i>	s_u , мм <i>Midas GTS NX</i>
0	845	11,04	11,5	7,99
0,075	604	13,8	13	9,75
0,15	422	13,2	11	9,6

Во второй серии экспериментов основание армировали сеткой с размерами 145 x 125 мм, диаметр стержней сетки 4мм, шаг стержней 35мм. Армирующий элемент располагался под подошвой штампа на глубине $h_s = 0,1D$ и $0,2D$. На штамп передавалась статическая центральная и внецентренная нагрузка с тем же эксцентриситетом, что и в прошлой серии. Смещение сетки относительно центра модели - $e_0 = 0,075D$ и $0,15D$.

В табл.2 представлено сравнение результатов опытов и моделирования при глубине расположения арматуры $h_s = 0,1D$, а в табл.3 при $h_s = 0,2D$.

Таблица 2

Результаты экспериментов на армированном основании при $h_s = 0,1 D$.

e	e_0	F_u , Н.	s_u , мм. (эксперимент)	s_u , мм. (MIDAS GTS)
0,075D	0	1250	13,3	12,1
	0,075D	1550	18,9	14,2
	0,15D	1550	14,6	14,4
0,15D	0	800	11,8	7,5
	0,075D	1050	10,42	13,4
	0,15D	1100	16,6	9,9

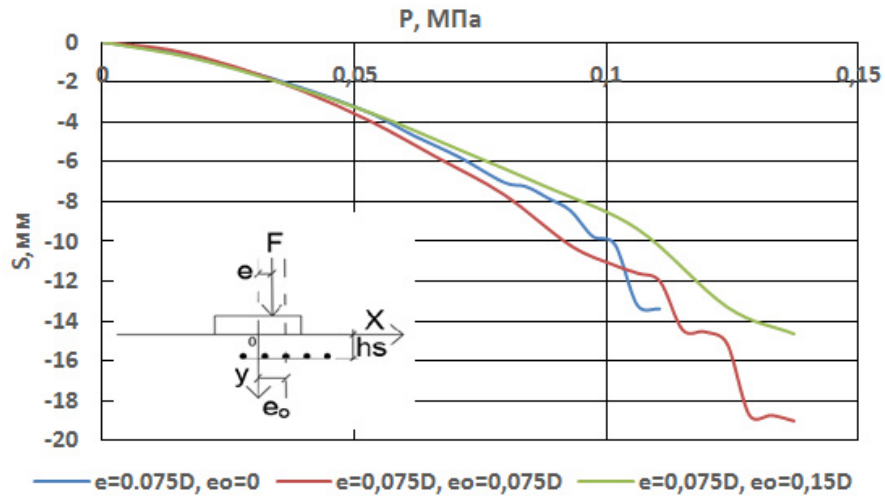
Таблица 3

Результаты экспериментов на армированном основании при $h_s = 0,2 D$.

e	e_0	F_u , Н.	s_u , мм. (эксперимент)	s_u , мм. (MIDAS GTS)
0,075D	0	1050	12,59	10,4
	0,075D	1200	14,4	11,9
	0,15D	1500	17,9	14,7
0,15D	0	750	13,8	14,9
	0,075D	950	14,91	18,2
	0,15D	1050	13,8	10,1

На рис. 3.4 представлена зависимость осадка – давление под подошвой штампа во всем диапазоне приложения вертикальной внецентренной нагрузки, до разрушения.

a)



б)

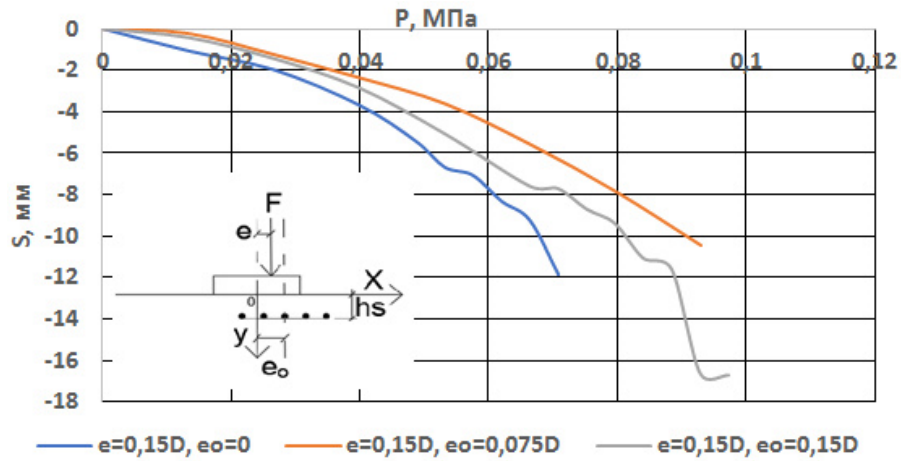
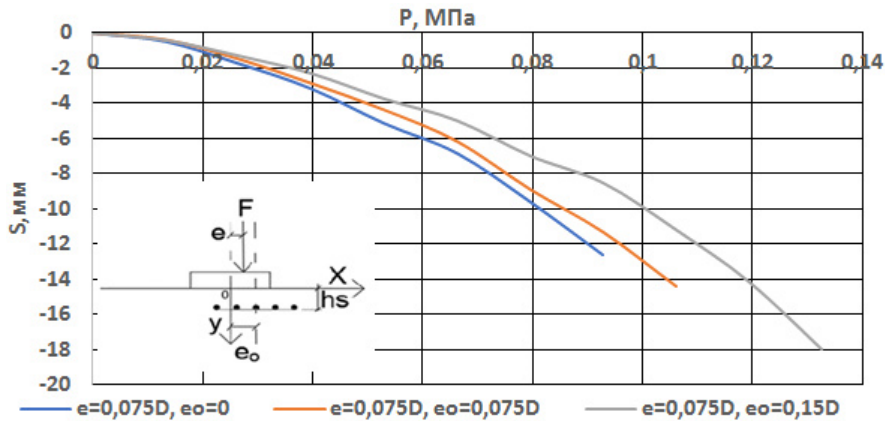


Рисунок 3 – Зависимость осадка - давление для армированного основания при расположении армирующего элемента на расстоянии $h_s = 0,1D$ от подошвы штампа и эксцентриситете приложения нагрузки а) $e = 0,075D$; б) $e = 0,15D$

а)



б)

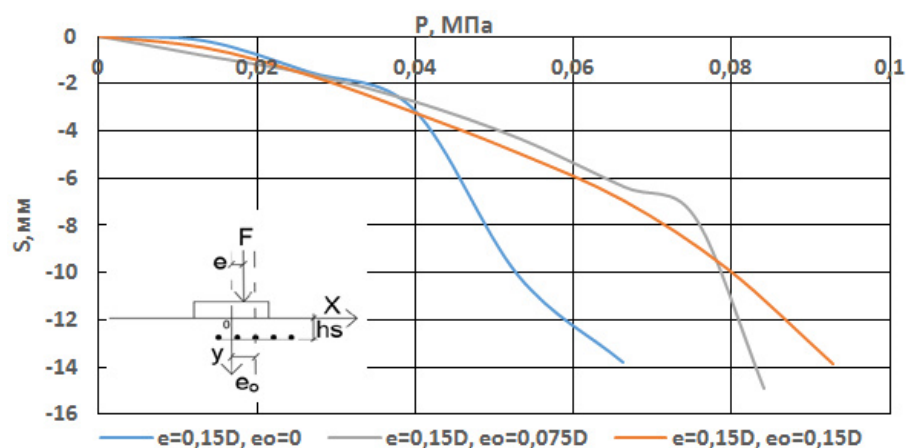


Рисунок 4 – Зависимость осадка - давление для армированного основания при расположении армирующего элемента на расстоянии $h_s = 0,2D$ от подошвы штампа и эксцентриситете приложения нагрузки а) $e = 0,075D$; б) $e = 0,15D$.

В третьей серии опытов нагрузка доводилась ступенями до $F = 0,6 Fu$, затем выполнялось 20 циклов и дальнейшая передача статической ступенчатой нагрузки до разрушения. В таблицах 4,5 приведены результаты опытов и моделирования по осадке и крену модели соответствующих разрушающей нагрузке. Армирующий элемент располагался на расстоянии $h_s = 0,1 D$ (табл. 4) и $h_s = 0,2 D$ (табл.5) от подошвы штампа.

Таблица 4

Результаты экспериментов и моделирования при циклическом приложении нагрузок и расстоянии до арматуры $h_s = 0,1D$.

e	e_0	F_u , Н.	s_u , мм. (эксперимент)	s_u , мм. (Plaxis 3D)	i, %.
0,075D	0	1300	14,7	17	0,02
	0,075D	1400	18,75	17,8	0,04
	0,15D	1500	18,9	17	0,0033
0,15D	0	900	8,9	10,75	0,027
	0,075D	1050	12,59	10,7	0,03
	0,15D	1100	15,3	13,25	0,025

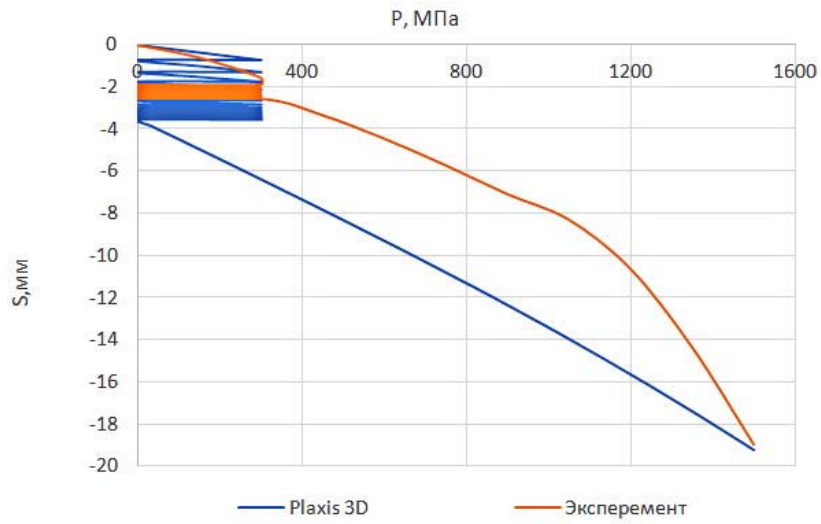
Таблица 5

Результаты экспериментов и моделирования при циклическом приложении нагрузок и расстоянии до арматуры $h_s = 0,2D$.

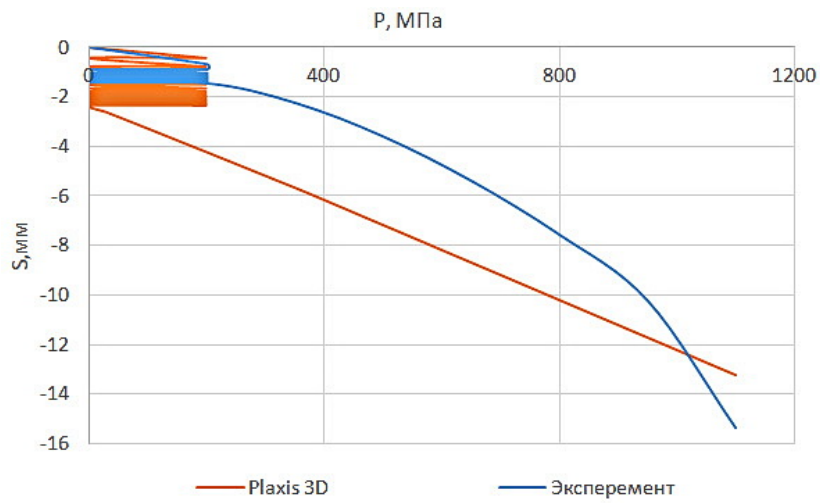
e	e_0	F_u , Н.	s_u , мм. (эксперимент)	s_u , мм. (Plaxis 3D)	i, %.
0,075D	0	1050	13	14	0,021
	0,075D	1500	23,3	20,2	0,02
	0,15D	1500	15,7	19,8	0,022
0,15D	0	650	7,9	8,4	0,028
	0,075D	1050	12,36	13,25	0,054
	0,15D	1100	12,8	13,7	0,023

На рис.5 показано сравнение результатов экспериментов и численного анализа, проведенного с использованием программного комплекса Plaxis 3-D v20 при различных значениях эксцентриситета и расстояния до арматуры.

а)



б)



в)

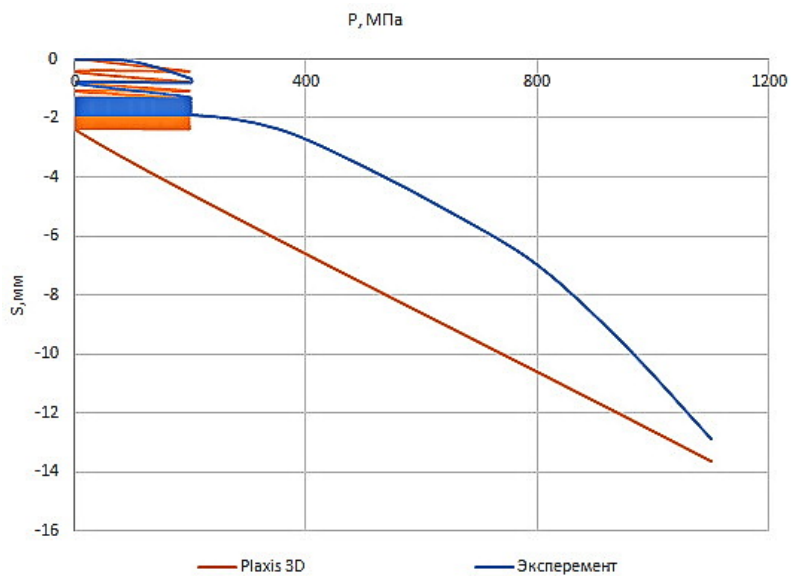


Рисунок 5 – Зависимость осадки от давления для основания, армированного сетками при: а) $e = 0,075D$, $e_0 = 0,15D$, $hs = 0,1D$; б) $e = 0,15D$, $e_0 = 0,15D$, $hs = 0,1D$; и в) $e = 0,075D$, $e_0 = 0,15D$, $hs = 0,2D$.

Заключение.

При внецентренном приложении статической нагрузки на неармированное основание практически идентичные значения деформаций получены по данным экспериментов и при использовании программного комплекса Plaxis 3-D v20.

При внецентренном приложении статической нагрузки наибольшие значения несущей способности получены при расположении армирующего элемента в зоне действия максимальных касательных напряжений на расстоянии $h_s = 0,2D$ от подошвы штампа. Предельное давление на основание наблюдалось при смещении армирующего элемента в сторону действия нагрузки, и максимальное значение при совпадении оси арматурной сетки с осью действия нагрузки. Несущая способность по сравнению с неармированным основанием возросла в 2-3 раза.

Циклирование на одной из ступеней нагружения привело к уплотнению грунта и как следствие к увеличению сопротивления сдвигу. За счет этого абсолютные значения несущей способности основания выросли. Расчетные значения деформаций, полученные при использовании программного комплекса Plaxis 3-D v20 и в этом случае были близки к экспериментальным значениям.

Список использованных источников

1. Кочерженко В.В. Устойчивость армированных грунтов в отвалах, насыпях и подпорных стенах / В.В. Кочерженко, А.Г. Сулейманов // Научно-технические технологии и инновации. Сборник докладов Международной научно-практической конференции, посвященной 65-летию БГТУ им. В.Г. Шухова. Белгород, 2019. – С. 51-59
2. Abu-Farsakh, Murad, Qiming Chen, and Radhey Sharma. An experimental evaluation of the behavior of footings on geosynthetic-reinforced sand. *Soils and Foundations* 53. No. 2 (2013): 335-348.
3. Alawaji, H. A. Settlement and bearing capacity of geogrid-reinforced sand over collapsible soil. *Geotextiles and Geomembranes* 19, no. 2 (2001): 75-88.
4. Raghavendra, Hadadi B. Analysis of soil-reinforcement interaction in reinforced soil beds. *Proceedings of the Institution of Civil Engineers-Ground Improvement* 161. No. 1, 2008. pp. 9-15.
5. Sharma, Radhey, Qiming Chen, Murad Abu-Farsakh, and Sungmin Yoon. Analytical modeling of geogrid reinforced soil foundation. *Geotextiles and Geomembranes* 27, No. 1 (2009): 63-72.
6. Chakraborty, Manash, and Jyant Kumar. Bearing capacity of circular foundations reinforced with geogrid sheets. *Soils and Foundations* 54. No. 4 (2014): Pp. 820-832.
7. Chen, Qiming, and Murad Abu-Farsakh. Ultimate bearing capacity analysis of strip footings on reinforced soil foundation. *Soils and Foundations* 55. No. 1 (2015) Pp. 74-85.
8. Антонов В.М. Экспериментальные исследования армированных оснований: монография / В.М. Антонов // Тамбов: Изд-во ГОУ ВПО «ТГТУ», 2011. 78 с.

УДК 66.02

61.13: Процессы и аппараты химической технологии

К ВОПРОСУ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ТОРООБРАЗНЫХ БАРОМЕМБРАННЫХ АППАРАТОВ

Лазарев С.И.,

*ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», д.т.н., профессор,
зав. кафедрой «Механика и инженерная графика»
e-mail: sergey.lazarev.1962@mail.ru*

Буланов В.Е.,

*ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», к.т.н., доцент кафедры
«Механика и инженерная графика»
e-mail: 0212wladimir@mail.ru*

Ломакина О.В.,

*ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», к.п.н., доцент кафедры
«Механика и инженерная графика»
e-mail: lomakinaolga@mail.ru*

За последние 25 лет мембранная технология заметно продвинулась по сравнению с довольно медленным началом в 1950-х годах. В работах [1-8] продолжают исследования по разработке и усовершенствованию аппаратов и установок в частности мембранного вида. Усовершенствования

мембранного оборудования позволяет уменьшить удельную стоимость этих процессов, поэтому целью данной работы была разработка конструкции мембранного аппарата комбинированного типа и расчет механических нагрузок на пластины и обечайки. Наряду с требованиями качества и эффективности разделения и очистки растворов, конструкция аппарата, а в первую очередь несущие крышки, должна удовлетворять условиям безопасности эксплуатации. Поэтому разработка конструкции крышек аппаратов должна производиться с учетом выбора их оптимальных конструктивных характеристик (толщины торовой оболочки, круглой пластины и колец).

Рассмотрим одну из крышек, например, верхнюю, т.к. верхняя и нижняя крышки как в геометрическом, так и в силовом отношении приблизительно одинаковы. Она представляет собой открытую торообразную оболочку, сопряженную по наружному диаметру с кольцом, а по внутренней стороне - с круглой пластиной. В процессе эксплуатации со стороны плоскокамерного модуля на круглую пластину действует рабочее давление p_0 , а со стороны трубчатого модуля на стенки торовой оболочки действует давление p , максимальное значение которого составляет примерно треть от рабочего давления p_0 . Кроме зон закрепления оболочки, в которых возникают значительные напряжения, вызванные изгибным эффектом, учитывая тонкость оболочки ($\frac{\delta}{R} \leq \frac{1}{20}$) можно принять, что напряжения, возникающие в оболочке, постоянны по толщине. Теория оболочек, построенная на этом предположении, называется безмоментной теорией оболочек. На рис.1 представлена расчетная схема.

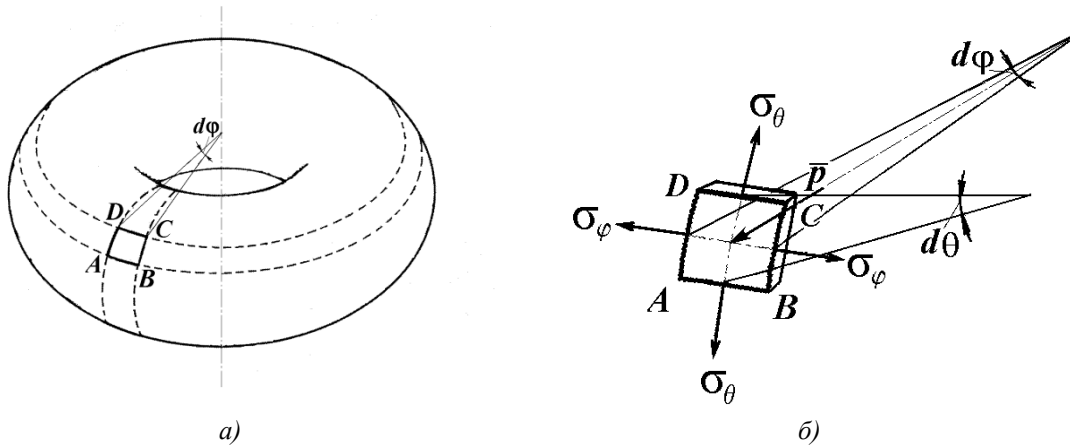


Рисунок 1 – Расчетная схема торообразной оболочки

Из оболочки, изображенной на рис. 1а выделим двумя меридиональными плоскостями (т.е. плоскостями, проходящими через ось вращения оболочки) с углом $d\varphi$ между ними и двумя плоскостями, перпендикулярными оси тора AB и CD , элемент $ABCD$.

Нормальные напряжения, действующие по граням AC и BD , в направлении касательной к окружности, называются окружными напряжениями σ_φ . Нормальные напряжения, действующие по граням AB и CD в меридиональном направлении, называют меридиональными напряжениями σ_θ . Кроме напряжений σ_φ и σ_θ на элемент оболочки перпендикулярно поверхности действует внутреннее избыточное давление p .

Уравнение, связывающее между собой эти три величины, является основным в безмоментной теории оболочек и называется уравнением Лапласа:

$$\frac{\sigma_\varphi}{r} + \frac{\sigma_\theta}{R} = \frac{p}{\delta}, \quad (1)$$

где R – радиус срединной поверхности тора; r – расстояние до оси вращения; δ – толщина стенки тора.

Для рассматриваемой оболочки и при отсчете угла θ от вертикальной оси предлагаются следующие формулы:

для наружной части тора ($0^\circ \leq \theta \leq 90^\circ$)

$$\sigma_\theta = \frac{p}{2\delta} \left[\frac{(a + R \sin \theta)^2 - a^2}{(a + R \sin \theta) \sin \theta} \right], \quad \sigma_\varphi = \frac{p}{\delta} \left[(a + R \sin \theta) - \frac{(a + R \sin \theta)^2 - a^2}{2R \sin \theta} \right] \quad (2)$$

для внутренней части тора ($\theta_0 \leq \theta \leq 0^\circ$)

$$\sigma_{\theta} = \frac{p}{2\delta} \left[\frac{a^2 - (a + R \sin \theta)^2}{(a + R \sin \theta) \sin \theta} \right], \quad \sigma_{\varphi} = \frac{p}{\delta} \left[(a + R \sin \theta) + \frac{a^2 - (a + R \sin \theta)^2}{2R \sin \theta} \right] \quad (3)$$

где a – радиус круговой оси тора.

Из условия статического равновесия оболочки, отсеченной цилиндрическим сечением радиуса a , учитывая, что кольцевые волокна при $\theta = 0^\circ$ не деформируются $\sigma_{\varphi} = 0$, а σ_{θ} может быть найдена по формуле:

$$\sigma_{\theta} = \frac{pR}{\delta}, \quad (4)$$

а для напряжений σ_{φ} предложена упрощенная формула

$$\sigma_{\varphi} = pR \sin \frac{\theta}{2\delta}. \quad (5)$$

При проектном расчете с погрешностью до 5% необходимая толщина торообразной оболочки может быть найдена

- по меридиональным напряжениям

$$\delta \geq \frac{pR}{[\sigma_p]}. \quad (6)$$

- по окружным напряжениям

$$\delta \geq \frac{pR \sin \theta}{2[\sigma_p]}. \quad (7)$$

Из полученных величин выбирают большее значение.

При этом для сосудов и аппаратов, работающих под избыточным давлением, стандарт [12] рекомендует следующее условие прочности:

$$S \geq S_p + C, \quad (8)$$

где C – сумма прибавок к расчетным толщинам стенок, мм; S_p – расчетная толщина стенки (в нашем случае $S_p = \delta$).

Расчет круглой пластины с отверстием, нагруженной внутренним давлением производится по формулам (9)-(11).

Расчетная толщина пластины:

$$S_{1p} = K \cdot K_0 \cdot D \sqrt{\frac{p}{[\sigma]}}. \quad (9)$$

Условие выполнения прочности пластины

$$S_1 \geq S_{1p} + C. \quad (10)$$

Значение коэффициента K определяется в зависимости от вида соединения частей крышки и для данного варианта соответствует значениям:

$$\frac{S-C}{S_1-C} \leq 0,5; \quad K = 0,41$$

$$\frac{S-C}{S_1-C} \geq 0,5; \quad K = 0,38$$

Во всех случаях толщина круглой пластины должна быть больше или равна толщине торообразной части.

Значение коэффициента ослабления для пластин, имеющих одно отверстие K_0 :

$$K_0 = \sqrt{1 + \frac{d}{D_p} + \left(\frac{d}{D_p}\right)^2}, \quad (11)$$

где d – диаметр отверстия.

Если неравенство $\frac{S_1-C}{D} \geq 0,11$ не выполняется, вводится поправочный коэффициент:

$$K_p = \frac{2,2}{1 + \sqrt{1 + \left(6 \frac{S_1-C}{D}\right)^2}}.$$

Необходимо учитывать, что прочностные характеристики стеклопластика во многом более высокие, чем у стали. Так [13], предел прочности (для металлов предел текучести) для стали составляет 240 МПа, для алюминия 50-440 МПа, для стеклопластика 800-1700 МПа. Однако, необходимо учитывать, что является связующим веществом - полиэфирные смолы, феноло-формальдегидные, эпоксидные, кремнийорганические смолы, полиамиды, алифатические полиамиды, поликарбонаты и др. Выбор связующего вещества оказывает влияние на величину предела прочности стеклопластика.

Допускаемое избыточное внутреннее давление в торообразной части:

$$[p] = \frac{[\sigma](S - C)}{R} \quad (12)$$

Допускаемое давление на круглую пластину определяется по формуле

$$[p] = \left(\frac{S_1 - C}{K \cdot K_0 \cdot D} \right)^2 \cdot [\sigma] \quad (13)$$

В дальнейшем рассчитанная величина допускаемого избыточного давления умножается на этот коэффициент.

Используя данные таблиц «Физико-механические характеристики композиционного материала» и «Сравнение физико-механических показателей различных материалов» [13], произведем расчет.

В таблице 1 приведены результаты расчета крышек из различных материалов при различном давлении. В числителе приведены толщины тороидальной части, в знаменателе – круглой пластины.

Таблица 1

Расчет толщин крышек

Давление, МПа	Материалы			
	ПА 6-210/310 ОСТ 6-06-С9-93	ПА66-ЛТО-СВ30	Ст. 3	Композит
0,5	0,62/3,46	0,31/2,45	0,25/2,19	0,22/2,14
1	1,24/4,89	0,62/3,45	0,50/3,09	0,45/2,92
2	2,48/6,92	1,24/4,87	0,99/4,36	0,89/4,04
3	3,69/8,47	1,85/5,96	1,49/5,35	1,34/5,02
5	6,18/10,93	3,09/7,71	2,47/6,91	2,23/6,53
10	12,32/15,46	6,16/10,91	4,93/9,77	4,48/9,23

Во всех случаях к этим величинам добавляется величина c – сумма прибавок к расчетным толщинам стенок (величина СТП 10-04-02 не нормируется).

Список использованных источников

1. Пат. 2174432 РФ. В 01 D 63/06. Мембранный аппарат с нестационарной гидродинамикой / Кретов И.Т., Шахов С.В., Ключников А.И., Рязских В.И. 10.10.2001.
2. O. A. Kovaleva, S. I. Lazarev, S. V. Kovalev Development and calculation of an electrobaromembrane apparatus for purifying process solutions \ Chemical and Petroleum Engineering, Vol. 53, Nos. 1-2, May, 2017 (Russian Original Nos. 1-2, Jan.-Feb., 2017).
3. Пат. 89416 РФ. В 01 D 63/06. Мембранный половолоконный аппарат / Мингазетдинов И.Х, Зареева Н.А., Кулаков А.А. 10.12.2009.
4. V. I. Kochetov, S. I. Lazarev, S. V. Kovalev, O. A. Kovaleva, and A. E. Strel'nikov Improved design of an electrobaromembrane apparatus and calculation of the parameters of the housing chamber when subjected to the effect of excess pressure \ Chemical and Petroleum Engineering, Vol. 54, Nos. 1-2, May, 2018 (Russian Original Nos. 1-2, Jan.-Feb., 2018).
5. S. I. Lazarev, S. V. Kovalev, O. A. Kovaleva, D. A. Rodionov, D. S. Lazarev, and D. N. Konovalov Flat-chamber electrobaromembrane apparatus with improved characteristics and its calculation method \ Chemical and Petroleum Engineering, Vol. 55, Nos. 1-2, May, 2019 (Russian Original Nos. 1-2, January-February, 2019).
6. Пат. 145817 РФ. В 01 D 63/02. Мембранный половолоконный аппарат очистки воды / А. Э. Усынина, Л. В. Боронина. 27.09.2014.
7. Пат. 2156645 РФ. В 01 D 61/18. Трубчатый мембранный модуль для фильтрации жидкости и способ его изготовления / Козлов М.П., Дубяга В.П., Бон А.И., Горлова Г.Л., Дзюбенко В.Г. 27.09.2000.
8. Пат. 2496560 РФ. МПК В01D 61/18. Мембранный аппарат комбинированного типа / Кочетов В.И., Лазарев С.И., Попов В.Ю. 27.10.2013.

9. И.А. Биргер, Я.Г. Пановко Прочность, устойчивость, колебания. Справочник в 3-х томах. Т.1 Москва: Машиностроение», 1988 – 415 с.
10. Бояршинов, С.В. Основы строительной механики машин. Учебное пособие для студентов вузов / С.В. Бояршинов // М.: Машиностроение, 1973. – 456 с.
11. Легостаев В.Л. Методика расчета торообразных оболочек по безмоментной и моментной теориям прочности / В.Л. Легостаев, Е.Д. Мордовин // Вестник Тамб. гос. техн. ун-та. 2007. Том 13. № 3. С. 795-801.
12. СТП 10-04-02 Расчет на прочность сосудов и аппаратов. Том 1. Расчет на прочность вертикальных и горизонтальных аппаратов / ООО НТП «Трубопровод». М. 2005. 190 с.
13. Сравнительная характеристика свойств стеклопластика, стали и алюминиевых сплавов [Электронный ресурс]: – Режим доступа: polisfera.pulscep.ru.

УДК 691

67.09: строительные материалы и изделия

АНАЛИЗ ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МЕТОДА ЭТАЛОННОГО ПУЧКА ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ТЕРМОФЛУКТУАЦИОННЫХ КОНСТАНТ

Горохов Т.И.,

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

Ерофеев А.В.,

*ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», кандидат технических наук,
доцент кафедры «Конструкции зданий и сооружений»,
e-mail: av.erofeev@yandex.ru*

Данилов В.М.,

*ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», магистрант,
e-mail: vm.danilov1997@gmail.com*

Горохов С.И.,

*ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», студент,
e-mail: sergei.g09@gmail.com*

Варфоломеев Ф.А.,

*ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», магистрант,
e-mail: varfolomieiev.99@gmail.com*

Термофлуктуационные константы, позволяющие рассчитывать долговечность строительных материалов при известных условиях эксплуатации на основе обобщенного уравнения Журкова, в настоящее время определяются на основе экспериментально полученных данных зависимости долговечности от напряжения и температуры графоаналитическим способом [4]. Этот способ основан на перестроении экспериментально полученного графика в координатах логарифма долговечности от напряжения ($\lg t - \sigma$) в график зависимости логарифма долговечности от обратной температуры ($\lg t - 1000/T$). Две константы $\lg t_0$ и T_m находятся из положения полюса, а остальные две: U_0 и γ – из графика зависимости энергии активации от напряжения [5]. Такой способ определения термофлуктуационных констант достаточно трудоемок, а необходимость производить графические перестроения снижают точность получаемых результатов [3].

Альтернативой классического метода определения термофлуктуационных констант является метод эталонного пучка, суть которого основана на сравнительном анализе экспериментально полученного семейства веерообразных прямых (прямой пучок) с эталонным пучком [1]. Возможность нахождения термофлуктуационных констант путем манипуляции с эталонным пучком обусловлена установленными линейными зависимостями изменения термофлуктуационных констант от изменения местоположения точки схождения прямых температур (полюс) [1].

Для определения термофлуктуационных констант методом эталонного пучка предлагается использование системы коэффициентов: k_σ , k_k . При этом константа $\lg t_0$ определяется из положения

координаты точки схождения прямых температур, т.е. из значения ординаты полюса. Предельная температура существования твердого тела определяется исходя из линейной зависимости угловых коэффициентов полученных прямых температур непосредственно от самой температуры или ее обратной величины. Данная зависимость описывается следующим уравнением:

$$a = k \cdot T + d \text{ или } a = k \cdot (1/T) + d \quad (1)$$

Структурно-механическую константу γ и величину энергии активации разрушения U_0 определяется на основании соотношения угловых коэффициентов формулы (1) эталонного и искомого пучка, выраженного коэффициентом k_k . Таким образом, константа U_0 определяется путем умножения эталонной константы $U_{0,э}$ на систему коэффициентов k_σ и k_k :

$$U_0 = k_\sigma \cdot k_k \cdot U_{0,э}, \quad (2)$$

Константа γ определяется путем умножения эталонной константы $\gamma_э$ на коэффициент k_σ :

$$\gamma = k_\sigma \cdot \gamma_э. \quad (3)$$

Коэффициент k_σ определяется следующим образом:

$$k_\sigma = \frac{\sigma}{\sigma_э}, \quad (4)$$

где σ – точка абсцисс полюса полученного графика прямых температур; $\sigma_э$ – точка абсцисс полюса эталонного графика прямых температур;

$$k_k = \frac{k}{k_э}, \quad (5)$$

где k – угловой коэффициент уравнения (1) для экспериментальных данных; $k_э$ – угловой коэффициент уравнения (1) эталонного графика.

В качестве эталонного пучка принят пучок с координатами точки полюса (10; -1), т.е. $\lg t_0 = -1$, $\sigma = 10$ МПа и максимальной температурой существования $T_m = 500$ К (рисунок 1). Для такого пучка $k_э = -2,619$ [3].

Полученные термофлуктуационные константы эталонного пучка сведены в таблицу 1.

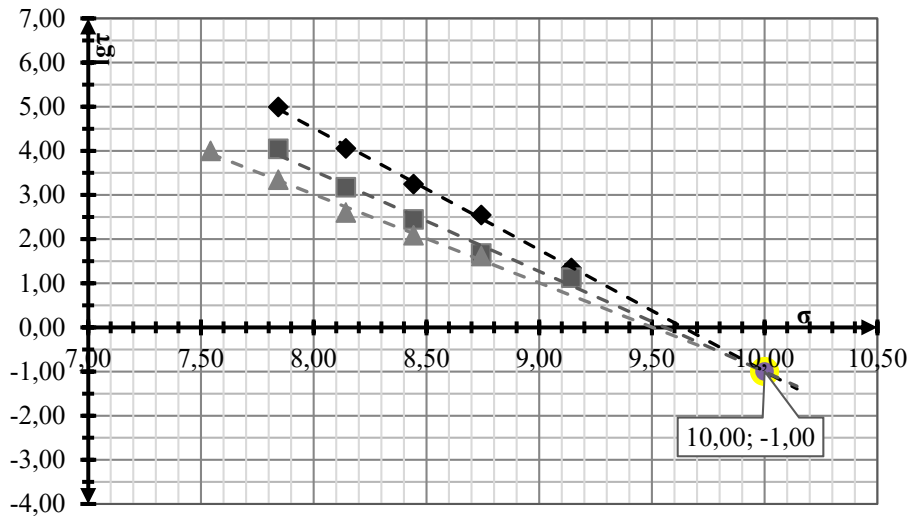


Рисунок 1 – Эталонный пучок

Таблица 1

Термофлуктуационные константы эталонного пучка			
γ , кДж/(моль·МПа)	U_0 , кДж/моль	T_m , К	$\lg t_0$
50	500	500	-1

Проверку адекватности метода эталонного пучка для определения термофлуктуационных констант обобщенного уравнения Журкова возможно произвести путем сравнения полученных этим методом термофлуктуационных констант с константами, полученными классическим графоаналитическим способом. Для примера выбрана декоративно-защитная плита на связующем из полиэфирной смолы, для которой статистически обработанные экспериментальные данные зависимости логарифма долговечности от температуры и напряжения представлены в табл. 2.

Таблица 2

Экспериментальные данные зависимости долговечности от напряжения и температуры для декоративно-защитной плиты на связующем из полиэфирной смолы

T = 20,00 °C		T = 40,00 °C		T = 60,00 °C	
σ	lgt	σ	lgt	σ	lgt
42,60	0,540	41,99	0,950	41,37	0,600
40,40	2,740	41,10	1,700	40,50	1,150
38,20	5,500	39,78	2,220	39,20	3,260
41,70	3,200	38,90	2,460	38,20	2,170
39,50	2,830	37,57	4,200	37,02	3,120

На основе экспериментально полученных данных (таблица 2) построен график прямых температур в координатах lgt – σ для декоративно-защитной плиты на связующем из полиэфирной смолы (рисунок 2).

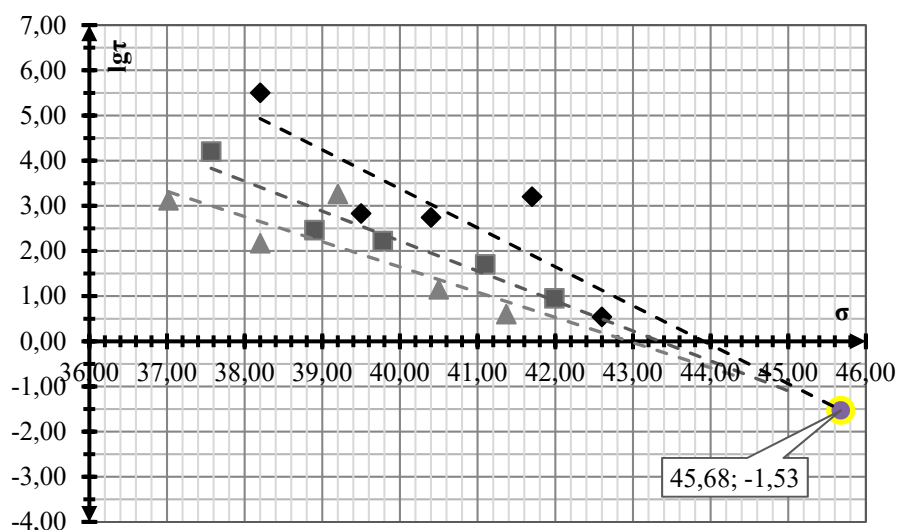


Рисунок 2 – График зависимости десятичного логарифма долговечности от напряжения при заданной температуре

По данным полученного графика (рисунок 2), точка полюса имеет координаты по оси абсцисс $\sigma = 45,68$ МПа и по оси ординат $lgt = -1,53$, а полученные прямые выражаются уравнениями:

при $T=20\text{ °C}$ $y = -0,863x + 37,896$;

при $T=40\text{ °C}$ $y = -0,6629x + 28,734$;

при $T=60\text{ °C}$ $y = -0,5581x + 23,969$.

Предельная температура существования материала определяется из линейной зависимости изменения тангенса угла наклона прямых температур, представленной на рисунке 3.

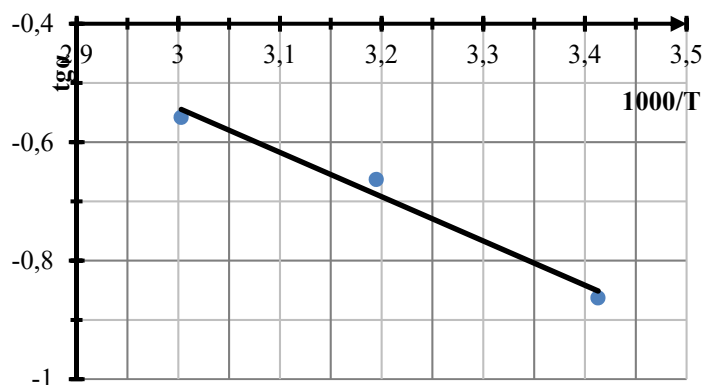


Рисунок 3 – График изменения углового коэффициента формулы (1)

Уравнение прямой изменения углового коэффициента формулы (1) для декоративно-защитной плиты на связующем из полиэфирной смолы (рисунок 3) при $R^2 = 0,98$ выражается уравнением: $a = -0,7477 \cdot (1000 / T_m) + 1,7008$, отсюда при $a = 0$ $T_m = 439,64$ [19, 20].

Значение коэффициентов k_σ и k_k определяются по формулам (4) и (5) соответственно –

$$k_\sigma = \frac{45,68}{10} = 4,57 ; -k_k = \frac{-0,748}{-2,619} = 0,285 .$$

Определим термофлуктуационные константы U_0 и γ для декоративно-защитной плиты на связующем из полиэфирной смолы по формулам (2) и (3) соответственно: $U_0 = 4,57 \cdot 0,285 \cdot 500 = 652,79$ кДж/моль и $\gamma = 0,29 \cdot 50 = 14,50$ (моль·МПа).

Полученные значения совпадают с результатами, полученными графическим и графоаналитическим методами и представленными в табл. 3. Термофлуктуационные константы найдены графическим и графоаналитическим способом путем перестроения полученного графика (рисунок 2) в график построенный в системе координат $\lg t - 1000/T$ (рисунок 4).

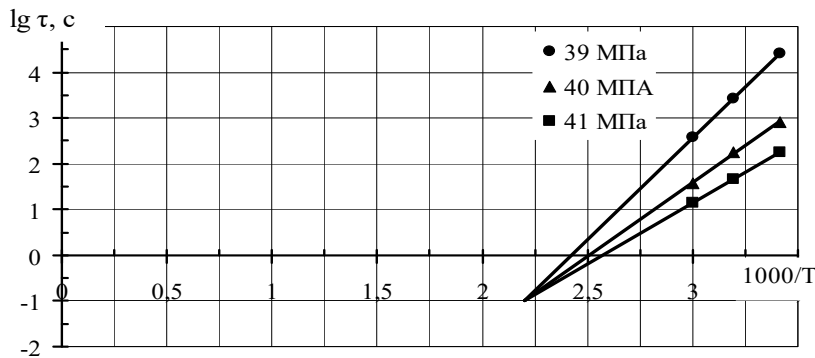


Рисунок 4 – Зависимости времени до разрушения декоративно-защитной плиты от обратной температуры при поперечном изгибе

Таблица 3

Термофлуктуационные константы для декоративно-защитной плиты на связующем из полиэфирной смолы

Способ получения констант	Термофлуктуационные константы			
	γ , кДж/(моль·МПа)	U_0 , кДж/моль	T_m , К	$\lg t_0$
Графический	15,85	701,00	454,50	-1,00
Графоаналитический	14,29	652,79	439,64	-1,53
Метод эталонного пучка	15,50	652,79	439,64	-1,53

Анализ таблицы 3 показывает высокую сходимость результатов расчетов произведенных графоаналитическим способом и методом эталонного пучка, что говорит об адекватности предложенного метода определения термофлуктуационных констант.

Таким образом, методом эталонного пучка возможно определять долговечность материала по обобщенной формуле Журкова без дополнительных построений графиков в координатах $\lg t - (1000/T)$ и $U - \sigma$, что снижает трудоемкость, а также, что более важно, позволяет избежать ошибок и погрешностей, возникающих в процессе графических построений.

Список использованных источников

1. Горохов Т.И. Влияние величины смещения полюса прямых температур по оси $\lg t$ на термофлуктуационные константы обобщенного уравнения Журкова // Горохов Т. И., Ерофеев А. В., Горохов С. И.// Актуальные вопросы архитектуры и строительства : материалы Девятнадцатой Междунар. науч.-техн. конф. - Саранск : Изд-во Мордов. ун-та, 2020. - С. 256-259.
2. Ерофеев А.В. ДОЛГОВЕЧНЫЕ ДЕКОРАТИВНО-ЗАЩИТНЫЕ ПЛИТЫ НА ОСНОВЕ ДРЕВЕСНЫХ КОМПОЗИТОВ ДЛЯ ФАСАДНОЙ ОТДЕЛКИ ЗДАНИЙ : дис. ... канд. техн. наук: 05.23.05 - Строительные материалы и изделия. - Воронеж, 2014.

3. Ерофеев А.В. Роль человеческого фактора в определении термофлуктуационных констант обобщенного уравнения Журкова графическим способом // А.В. Ерофеев, Р.Н. Дранников, Т.И. Горохов // СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ, ОБОРУДОВАНИЕ, ТЕХНОЛОГИИ XXI ВЕКА. - 2020. -7-8 (258-259) -.с 25-28
4. Регель В.Р., Слущкер А.И., Томашевский Э.Е. Кинетическая природа прочности твердых тел. М.: Наука, 1974. 560 с
5. Ярцев В.П., Киселёва О.А. Прогнозирование поведения строительных материалов при неблагоприятных условиях эксплуатации: учебное пособие. - Тамбов: Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та, 2009. 124 с

УДК 667.6

61.65.81: Методы испытаний и свойства лакокрасочных материалов и покрытий

ВЛИЯНИЕ УГЛЕРОДНОГО НАНОМАТЕРИАЛА «ТАУНИТ» НА ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ГРУНТОВКИ ГФ-021

Исаев Д.А.,

*ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», магистрант
e-mail: dimmer1@yandex.ru*

Дегтярев А.А.,

*ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», к.т.н., доцент кафедры
«Химия и химические технологии»
e-mail: ad.dycost@gmail.com*

Здерева А.В.,

*ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», студент
e-mail: azderevaa@gmail.com*

Ростова Д.П.,

*ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», студент
e-mail: rostova.dariya@yandex.ru*

Мигунова Д.А.,

*ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», магистрант
e-mail: migunova2021@inbox.ru*

Аннотация. Представлены результаты исследования свойств образцов грунтовки с различным процентным содержанием углеродных нанотрубок (0%, 0,01% и 0,001%).

Ключевые слова: углеродный наноматериал «Таунит», грунтовка ГФ-021, твердость, вязкость.

Использование углеродных наноматериалов является перспективным для модифицирования лакокрасочных материалов с целью придания им свойств, улучшающих их качественные характеристики [1] либо придания им новых свойств, не присутствующих в исходных материалах [2].

Целью данной работы было исследование влияния углеродных нанотрубок (УНТ) марки «Таунит» на качественные показатели лакокрасочного материала на основе глифталевых олигомеров – грунтовки ГФ-021. Характеристики используемого УНТ приведены в таблице 1.

Таблица 1

Характеристики углеродного наноматериала «Таунит»[3]

Наружный диаметр, нм	15-40
Внутренний диаметр	3-8
Длина, не менее, мкм	2
Общий объем примесей, (в т.ч. аморфный углерод 0,3-0,5 %), не более, %	1,5
Насыпная плотность, г/см ³	0,4-0,5
Удельная геометрическая поверхность, не менее, м ² /г	120
Термостабильность, не более, °С	700
Средний объем пор, см ³ /г	0,22
Средний размер пор, Å	70

Грунтовка ГФ-021 бралась стандартная, изготовленная согласно ГОСТ 25129-82.

Приготовление модифицированной грунтовки происходило в лабораторной бисерной мельнице серии ЛДУ-3 МПР. Сначала в стакан помещается навеска УНТ, а затем остальные ингредиенты согласно рецептуре. Такой порядок необходим, чтобы получить равномерное распределение УНТ по поверхности. На начальном этапе использовалась фрезерная мешалка, работающая со скоростью 150-200 оборотов в минуту. Спустя 20 минут фреза снимается, ставятся лопасти и засыпается бисер к смеси в пропорции 1:1 по массе. Диспергирование проводилось со скоростью 260 при охлаждении водой до 5 °С.

Анализ образцов проводился в лабораторных условиях в течение 48 часов после приготовления. Результаты экспериментов приведены в таблице 2.

Таблица 2

Результаты испытания грунтовки ГФ-021 с разным содержанием «Таунита»

Наименование показателей	Концентрация УНТ, %		
	0	0,001	0,01%
Цвет пленки грунтовки	Черный	Черный	Черный
Внешний вид пленки	После высыхания пленка должна быть ровной, однородной, матовой или полуглянцевой	Достигнуто, после высыхания пленка ровная и однородная, матовая	Достигнуто, после высыхания пленка ровная и однородная, матовая
Условная вязкость при температуре 20±2 °С по вискозиметру ВЗ-246	45	55	65
Степень разбавления растворителем, не менее	20	20	20
Массовая доля не летучих веществ, %	57	57	58
Степень перетира, мкм, не более	40	40	40
Время высыхания до степени 3, не более при (105 ± 2) °С мин, 20 ± 2	35	35	35
	24	24	24
Твердость пленки по маятниковому прибору М-3, условные единицы, не менее	0,35	0,55	0,6
Эластичность пленки при изгибе, мм, не более	1	1	1
Прочность пленки при ударе на приборе, У-1А, ОМ, см, не менее	45	45	45
Адгезия пленки, баллы, не более	1	1	1
Стойкость пленки к статическому воздействию хлористого натрия с массовой долей 3% при (105 ± 2) °С, ч, не менее	48	48	48
Расслаивание, мл, не более	5	5	5
Стойкость пленки к статическому воздействию воды при (105 ± 2) °С, ч, не менее	48	48	48

Таким образом, в ходе исследования было обнаружено, что введение УНТ «Таунит» в грунтовку ГФ-021 оказывает влияние на ряд свойств:

1. Показатель условной вязкости увеличивается с повышением содержания наноматериала. Полученное повышение вязкости не может быть однозначно положительным изменением, т.к. при высокой вязкости материал может плохо наноситься и не растекаться по подложке, что приведет к неоднородности покрытия.

2. Твердость пленки так же увеличивается, что в совокупности с неизменностью эластичности способствует увеличению срока эксплуатации материала.
3. Показатели, которые не подверглись изменению: степень перетира, время высыхания до степени 3, эластичность пленки при изгибе, прочность пленки при ударе, адгезия пленки, стойкость пленки к статическому воздействию хлористого натрия, расслаивание и стойкость пленки к статическому воздействию воды.

Список использованных источников

1. Valentini L, Morphological characterization of single-walled carbon nanotubes-PP composites. / L. Valentini, J. Biagiotti, J.M. Kenny, S. Santucci. // Compos. Sci. And Technol. – 2003. - Vol. 63, № 8, P. 1149-1153.
2. Оттова, П.О. Антистатическое индустриальное лакокрасочное покрытие / П.О. Оттова, А.В. Павлов, А.Д. Зеленская, Н.В. Федякова // Успехи в химии и химической технологии. – 2019. – Т. 33, № 6. С. – 76-78.
3. Саркисов, П.Д. Высококремнеземистый строительный материал, армированный углеродными нанотрубками / П. Д. Саркисов, Л.А. Орлова, Н.Н. Клименко, В.Ю. Дулин // Известия Волгоградского государственного технического университета. – 2011. –Т. 75, № 2. С. – 155-159.

УДК 544.18:667

31.25.15: Структура и свойства природных и синтетических высокомолекулярных соединений

КОНФОРМАЦИОННЫЙ АНАЛИЗ ОЛИГОМЕРОВ ГЛИФТАЛЕВОЙ СМОЛЫ

Исаев Д.А.,

*ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», магистрант
e-mail: dimmer1@yandex.ru*

Дегтярев А.А.,

*ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», к.т.н., доцент кафедры
«Химия и химические технологии»
e-mail: ad.dycost@gmail.com*

Здерева А.В.,

*ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», студент
e-mail: azderevaa@gmail.com*

Ростова Д.П.,

*ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», студент
e-mail: rostova.dariya@yandex.ru*

Мигунова Д.А.,

*ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», магистрант
e-mail: migunova2021@inbox.ru*

Аннотация. Проведен конформерный анализ глифталевой смолы. Были рассчитаны энергии конформеров в вычислительном комплексе Prigoda методом РВЕ/Л1, определены их геометрия и процентное содержание в смеси.

Ключевые слова: глифталевые смолы, мономеры, олигомеры, конформационный анализ, DFT, РВЕ/Л1.

Широкое распространение получило направление модифицирования смол соединениями, способствующие проявлению новых свойств у готового продукта. Одним из таких перспективных веществ является наноразмерный материал, например, углеродные нанотрубки (УНТ) [1].

Для того чтобы понять, как могут взаимодействовать частицы УНТ со смолами, необходимо знать геометрию молекул олигомеров лака, которые являются основной составляющей частью смолы.

В качестве исследуемой смолы примем ГФ-021, являющейся сополимером фталевого ангидрида и льняного масла. Молекула олигомера будет моделироваться одним звеном сополимера, который

состоит из остатков фталевого ангидрида, глицерина и линоленовой кислоты, являющейся основной кислотой льняного масла [2].

Расчеты проводились в программном комплексе Priroda [3] методом теории функционала плотности DFT/PBE/L1 [4], который зарекомендовал себя приемлемым методом для конформационного анализа. В результате было получено 43 конформера, из которых были отобраны наиболее энергетически выгодные, у которых разница энергий не превышала 10 кДж от минимальной. Относительное содержание конформеров рассчитано в предположении термодинамического равновесия в смеси при 25 °С (298 К). Энергии данных конформеров представлены в таблице 1.

Таблица 1

Энергии конформеров глифталевой смолы и их относительное содержание

№	ΔE, кДж/моль	Содержание конформеров в смеси, %	№	ΔE, кДж/моль	Содержание конформеров в смеси, %
1	0	27,993	8	6,266	2,231
2	1,065	18,207	9	7,472	1,371
3	1,593	14,717	10	8,219	0,133
4	2,163	11,688	11	8,292	0,985
5	2,668	9,533	12	8,984	0,744
6	3,593	6,563	13	9,110	0,708
7	6,224	2,269	14	9,637	0,572

Визуализация геометрии конформеров проводилась в программе wxMacMolPlt[5] и представлена на рис. 1.

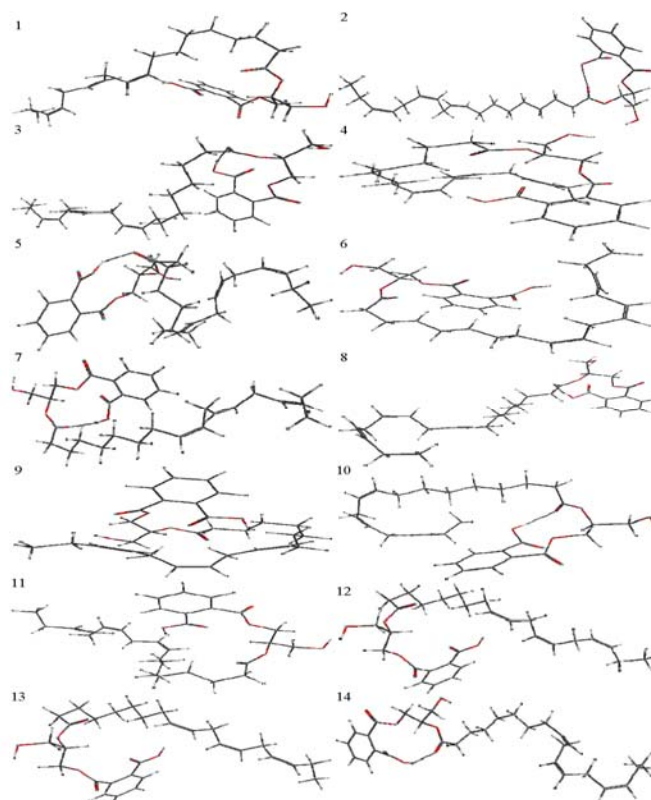


Рисунок 1 – Геометрия конформеров глифталевой смолы.

Доля конформеров, представленных на рис. 1 составляет 97.72% от всей смеси, т. е. Охватывает абсолютное большинство возможных случаев.

Наиболее благоприятные конформации для взаимодействия с УНТ должны содержать длинные плоские участки неполярных атомов, обеспечивающие возникновение дисперсионных сил между олигомером и частицей УНТ. К таким относятся конформеры под номерами 1,3,7,9-14. Их суммарная доля составляет 49.49%, что обеспечит хорошую смачиваемость УНТ данным лаком.

Список использованных источников

1. Ткачев А. Г., Углеродный наноматериал «Таунит» - структура, свойства, производство и применение / Ткачев А. Г. // Перспективные материалы – 2007. – №3. – С. 5-9.
2. Пелипенко Т.В., Гюлушанян А.П., Калиенко Е.А., Мирзоян А.А. Состав и свойства льняного масла как ингредиента косметических средств // Научный журнал КубГАУ. 2014. №103. – С. 687-697.
3. 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.
4. Perdew J. P., Burke K., Ernzerhof M. Generalized Gradient Approximation Made Simple // Perdew J. P., Burke K., Ernzerhof M / Phys. Rev. Lett. 1996. – V. 77, № 18, P. 3865-3868.
5. B.M. Bode, M.S. Gordon., MacMolPlt: a graphical user interface for GAMESS / B.M. Bode, M.S. Gordon// Journal of Molecular Graphics and Modelling. 1998. Vol, 16. №3. P.133-138.

УДК 697.13

ГРНТИ 67.01.05 Материалы общего характера

ЗАВИСИМОСТЬ ИЗМЕНЕНИЯ ТРЕБУЕМОЙ МОЩНОСТИ СИСТЕМЫ ОТОПЛЕНИЯ ОТ ИЗМЕНЕНИЯ КОЭФФИЦИЕНТА ТЕПЛОПРОВОДНОСТИ РАЗЛИЧНЫХ ВИДОВ УТЕПЛИТЕЛЕЙ

Гриднев А.В.,

*ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», студент,
e-mail: artemka363@mail.ru*

Ерофеев А.В.,

*ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», кандидат технических наук,
доцент кафедры «Конструкции зданий и сооружений»,
e-mail: av.erofeev@yandex.ru*

Севостьянов А.В.,

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

Строительная сфера характеризуется огромным количеством факторов, которые могут в той или иной степени повлиять на эксплуатацию здания. Одним из таких факторов является энергоэффективность. В настоящее время любое современное здание имеет эффективные ограждающие конструкции, благодаря которым обеспечиваются благоприятные микроклиматические условия в помещении. В процессе эксплуатации характеристики ограждения ухудшаются, и коэффициент теплопроводности увеличивается. Чтобы поддерживать требуемый уровень комфорта в здании требуется устройство более мощной системы отопления [2, 5]. Зависимость изменения можно проследить по формуле [1]:

$$\lambda_{\text{УТ}} = \frac{\delta_{\text{УТ}}}{\left[\frac{(t_{\text{в}} - t_{\text{н}}) \cdot n \cdot F_{\text{СТ}}}{\frac{N_{\text{Ф}}}{1,15} - Q_{\text{ОГР}}^{\text{ДР}} - Q_{\text{ДОП}} + Q_{\text{ПОСТ}}} - \frac{1}{\alpha_{\text{В}}} - \sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_i} - \frac{1}{\alpha_{\text{Н}}} \right]}, \quad (1)$$

где $\delta_{\text{УТ}}$ – толщина теплоизоляционного слоя, м; $t_{\text{в}}$ – температура внутреннего воздуха, °С; $t_{\text{н}}$ – температура наружного воздуха, °С; n – табличный коэффициент, зависящий от положения наружной поверхности ограждающих конструкций по отношению к наружному воздуху [4]; $F_{\text{СТ}}$ – площадь рассчитываемой конструкции стены, м²; $N_{\text{Ф}}$ – фактическая мощность системы отопления, Вт; $Q_{\text{ОЗР}}^{\text{ДР}}$ – теплопотери через остальные ограждающие конструкции (полы, окна, перекрытие, наружные двери), Вт; $Q_{\text{ДОП}}$ – дополнительные теплопотери помещения, Вт; $Q_{\text{ПОСТ}}$ – теплопоступления в помещение, Вт; $\alpha_{\text{В}}$ –

нормированное значение коэффициента теплоотдачи от внутреннего воздуха к стене, $\frac{Bm}{m^2 \cdot ^\circ C}$ [4]; α_n – нормированное значение коэффициента теплоотдачи от стены к наружному воздуху, $\frac{Bm}{m^2 \cdot ^\circ C}$ [4]; δ_i – толщина слоя ограждающей конструкции, м; λ_i – коэффициент теплопроводности слоя ограждающей конструкции, $\frac{Bm}{m \cdot ^\circ C}$ [4].

В формуле (1) присутствует достаточное количество переменных. В настоящей работе проведена оценка влияния только вида утеплителя на изменение требуемой мощности системы отопления при увеличении коэффициента теплопроводности утеплителя в результате его старения. Исследования приведены для 4 различных видов теплоизоляционных материалов: минеральная вата (рисунок 1, а), пенополистирол (рисунок 1, б), пенополиуретан (рисунок 1, в), экструдированный пенополистирол (рисунок 1, г). Остальные значения в формуле (1) приняты постоянными: $t_b = 20 \text{ } ^\circ C$; $t_n = -28 \text{ } ^\circ C$; $n=1$; $F_{cm} = 10 \text{ } m^2$; $Q_{огр}^{\partial p} = 68 \text{ } \text{Вт}$; $Q_{оот} = 5 \text{ } \text{Вт}$; $Q_{ноот} = 10 \text{ } \text{Вт}$; $\alpha_g = 8,7 \frac{Bm}{m^2 \cdot ^\circ C}$; $\alpha_n = 23 \frac{Bm}{m^2 \cdot ^\circ C}$; $\delta_1 = 0,01 \text{ } m$; $\delta_2 = 0,38 \text{ } m$; $\lambda_1 = 0,76 \frac{Bm}{m \cdot ^\circ C}$; $\lambda_{nn} = 0,58 \frac{Bm}{m \cdot ^\circ C}$.

Изменяемым параметром в данном случае является коэффициент теплопроводности λ_{ym} теплоизоляционного слоя, принимаемые равными для минеральной ваты $\lambda_{мв} = 0,045 \frac{Bm}{m \cdot ^\circ C}$; пенополистирола $\lambda_{пн} = 0,052 \frac{Bm}{m \cdot ^\circ C}$; пенополиуретана $\lambda_{ппу} = 0,042 \frac{Bm}{m \cdot ^\circ C}$; экструдированного пенополистирола $\lambda_{эпнс} = 0,03 \frac{Bm}{m \cdot ^\circ C}$.

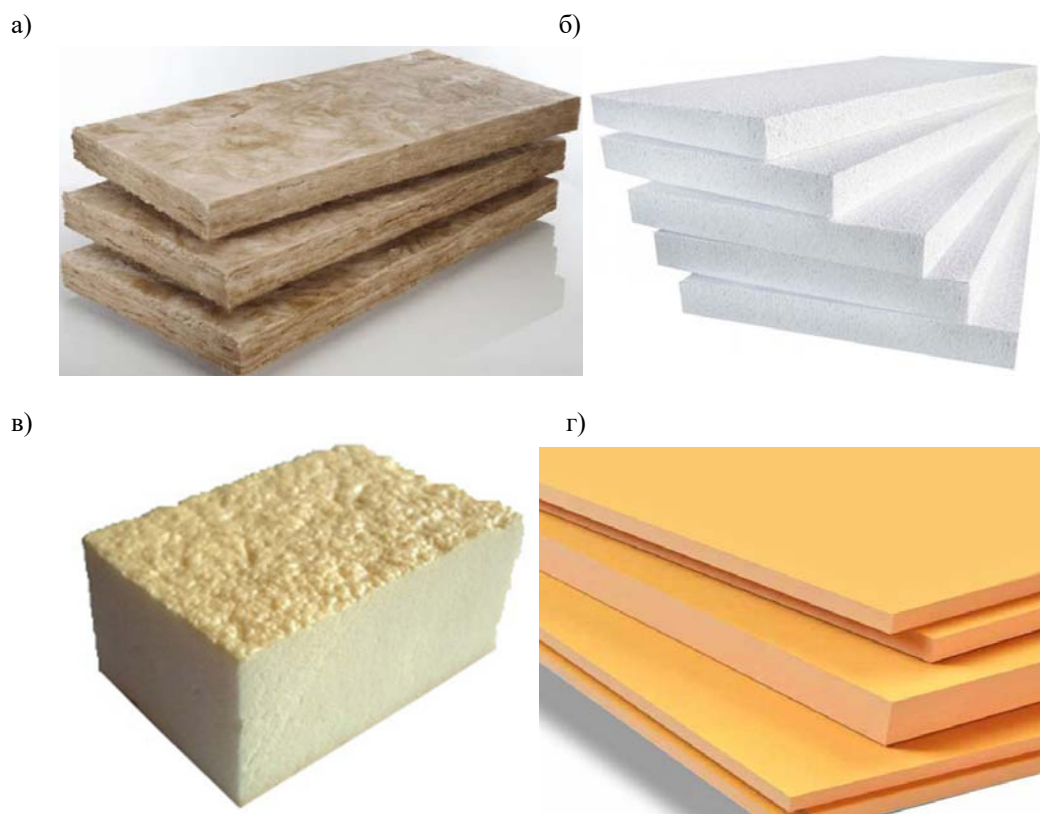


Рисунок 1 – Виды утеплителей:

а – минеральная вата; б – пенополистирол; в – пенополиуретан; г – экструдированный пенополистирол

Так как коэффициент теплопроводности связан с термическим сопротивлением теплопередаче, толщина также является изменяемым параметром и принимается исходя из теплотехнического расчета равной для минеральной ваты $\delta_m = 100 \text{ } \text{мм}$; пенополистирола $\delta_{пнс} = 150 \text{ } \text{мм}$; пенополиуретана $\delta_{ппу} = 95 \text{ } \text{мм}$; экструдированного пенополистирола $\delta_{эпнс} = 70 \text{ } \text{мм}$ с учетом принципов стандартизации.

Зависимость изменения требуемой мощности системы отопления от изменения коэффициента теплопроводности для различных утеплителей представлена в графическом виде (рисунок 2). С увеличением коэффициента теплопроводности требуемая мощность системы отопления увеличивается. Шаг

изменения коэффициента теплопроводности принят равным 10%. Как видно из рисунка 2 зависимость является линейной, и следовательно имеет следующий вид:

$$N = a \cdot \lambda + b. \quad (2)$$

Значения коэффициентов a и b сведены в таблицу 1, причем коэффициент a определяет скорость изменения, так как скорость является первой производной функции. При представлении данных в безразмерных величинах, т.е. при определении на сколько процентов изменится требуемая мощность системы отопления при изменении коэффициента теплопроводности на определенный процент, линейная зависимость сохраняется, при этом уже вид утеплителя не оказывает на нее влияния (рисунок 3). Коэффициент a равен 0,3739 и b равен 1,4259. По всей вероятности этот эффект связан с тем, что для каждого утеплителя на основании теплотехнического расчета подобрана требуемая толщина.

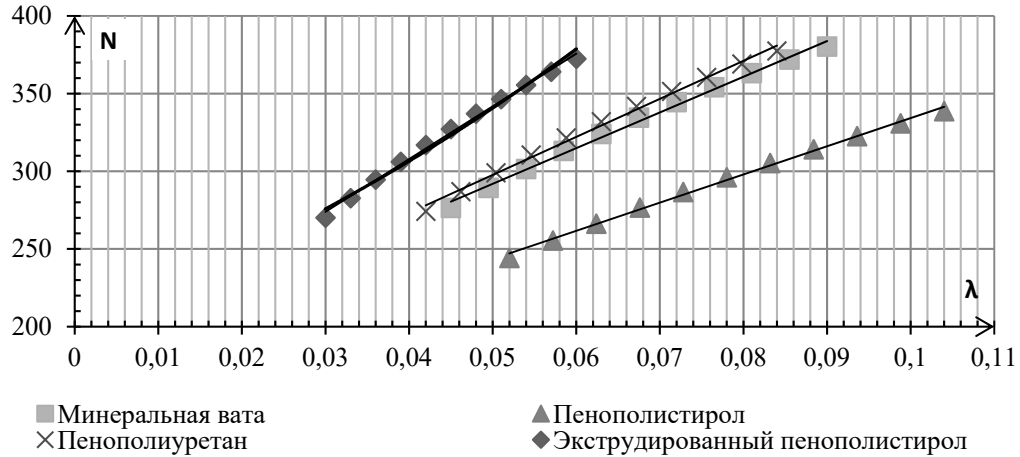


Рисунок 2 – Зависимость изменения требуемой мощности системы отопления от изменения коэффициента теплопроводности

Таблица 1
Зависимость требуемой мощности системы отопления от коэффициента теплопроводности утеплителя для различных климатических регионов

Вид утеплителя	a	b
Минеральная вата	2297	177
Пенополистирол	1812	155
Пенополиуретан	2448	175
Экструдированный пенополистирол	3394	172

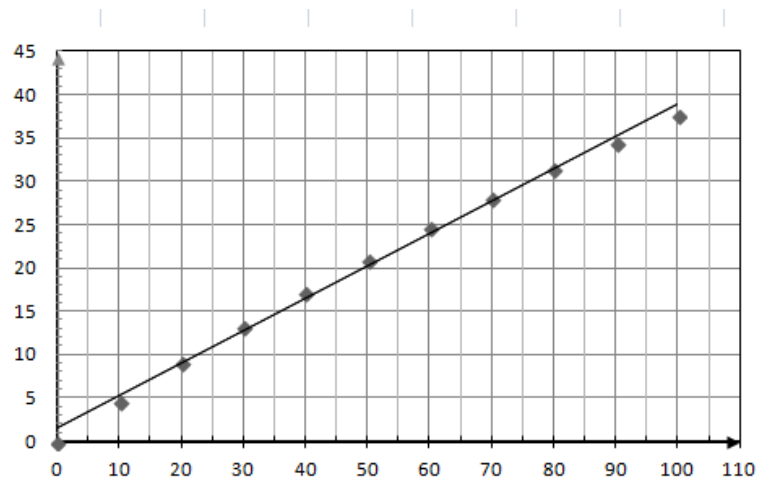


Рисунок 3 – Зависимость изменения требуемой мощности системы отопления от изменения коэффициента теплопроводности утеплителя

Таким образом, приведенные результаты исследования позволяют в зависимости от вида утеплителя прогнозировать изменение требуемой мощности системы отопления при ухудшении эксплуатационных характеристик теплозащитного слоя в результате его старения.

Список использованных источников

1. Ерофеев А.В., Дранников Р.Н., Земцов Е.С., Мухортов П.А. Определение допустимой величины изменения коэффициента теплопроводности. — Системные технологии. — 2018. — № 29. — С. 92-95.
2. Леденев, В. И. Физико-технические принципы проектирования и эксплуатации ограждающих конструкций гражданских зданий [Электронный ресурс] : учебное пособие : в 2 ч. / В. И. Леденев, И. В. Матвеева, А. М. Макаров, И. Л. Шубин. – Тамбов : Изд-во ФГБОУ ВО «ТГТУ», 2017.
3. СП 131.13330.2018 "Строительная климатология". Актуализированная редакция "СНиП 23-01-99". М.: Стандартинформ, 2019.
4. СП 50.13330.2012 ТЕПЛОВАЯ ЗАЩИТА ЗДАНИЙ Актуализированная редакция СНиП 23-02-2003. М.: ФАУ "ФЦС", 2012
5. Шихов А.Н. Архитектурная и строительная физика: учеб. пособие / А.Н. Шихов, Д.А. Шихов; ФГБОУ ВПО Пермская ГСХА, - Пермь: Изд-во: ФГБОУ ВПО Пермская ГСХА, 2013

УДК 69.04

67.03.03: Теория расчёта сооружений и конструкций

ПРОБЛЕМЫ И НАПРАВЛЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ СОВМЕСТНОЙ РАБОТЫ КАРКАСНЫХ ЗДАНИЙ НА ОТДЕЛЬНО СТОЯЩИХ ФУНДАМЕНТАХ С ГРУНТОВЫМ ОСНОВАНИЕМ

Маркин И.А.

*ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», студент
e-mail: igormarkin09@gmail.com*

Евдокимцев О.В.

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

Монастырёв П.В.

*ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», доктор технических наук,
профессор кафедры «Конструкции зданий и сооружений»
e-mail: monastyrev68@mail.ru*

Совместная работа здания и основания является весьма важным аспектом современного строительства, так как подразумевает взаимное влияние друг на друга конструкций и оснований. В связи с этим актуален вопрос изучения совместной работы здания и основания. В данной работе рассмотрены проблемы и направления исследований совместной работы каркасных зданий на отдельно стоящих фундаментах с грунтовым основанием. Колонны каркаса здания опираются на отдельно стоящие фундаменты, которые передают приложенные к ним воздействия на грунтовое основание. Возникающие деформации основания приводят к смещению фундаментов и изменению напряженно деформированного состояния элементов каркаса. Данные изменения напряжений и деформаций необходимо учитывать при проектировании каркасов на отдельно стоящих фундаментах для повышения надежности проектирования и выявления реальной работы надземных конструкций. Таким образом, актуальность исследований выражается в необходимости совершенствования расчёта и учёта изменения напряжений и деформаций, возникающих в результате совместной работы каркасного здания и грунтового основания.

Методы исследования совместной работы каркасного здания с грунтовым основанием можно разделить на две группы: теоретические и экспериментальные.

В научном сообщении [3] авторы рассматривают состояние вопроса о совместной работе стальных конструкций и оснований. Описаны эксперименты, методика их проведения, схемы установок для испытаний и сделаны выводы из полученных данных.

Первая серия экспериментов направлена на исследование работы сжатой колонны совместно с песчаным основанием. Экспериментальная установка позволила исследовать работу колонны под

действием нагрузок различной величины, приложенных с различным эксцентриситетом. В результате испытаний были получены значения вертикальных и угловых перемещений фундамента (рис. 1). Анализ полученных результатов позволил сделать ряд выводов:

- при малых нагрузках деформации имеют линейную зависимость от силовых факторов. При разгрузке появились остаточные деформации. При повторных загрузках график стремится к линейной зависимости и остаточные деформации затухают;
- все деформации распределены по 3 группам: первая характеризуется тем, что значения деформаций от нагрузки и остаточных деформаций имеют один знак. Во второй группе деформации от нагрузки и остаточные деформации имеют противоположные знаки, что свидетельствует об отрыве фундамента после снятия нагрузки. В третьей группе деформации показывают, что фундамент работает с частичным отрывом;
- при относительной эксцентриситете близком к 0.3 отношение касательных модулей деформации по осадке и по углу поворота постоянно, следовательно данное отношение при данном относительном эксцентриситете не зависит от величины нормальной силы;
- модель полупространства и основанное на ней решение Горбунова-Посадова даёт хорошую основу для определения деформаций жёсткого фундамента в мелких насыщенных водой песках.

Также в данной работе рассмотрен вопрос о расположении центра поворота фундамента. Были рассмотрены 3 случая, в каждом из которых низ колонны был жёстко закреплён в фундаменте. В 1-ом случае верх колонны закреплялся шарнирно, при этом горизонтальные перемещения были невозможны. Центр поворота был ниже подошвы в среднем на 0,25 м. Во втором случае верх колонны также закреплялся шарнирно, но допускалась податливость закрепления, то есть было возможно горизонтальное перемещение. Центр фундамента располагался в среднем на 0,58 м выше подошвы. В третьем случае верхний конец колонны вообще никак не закреплялся и центра поворота в среднем был на 0,08 м выше подошвы и в среднем на 0,06 м ниже подошвы при отсутствии бокового давления грунта. В стальных рамах в большинстве случаев допускается принимать за центр поворота фундамента центр подошвы.

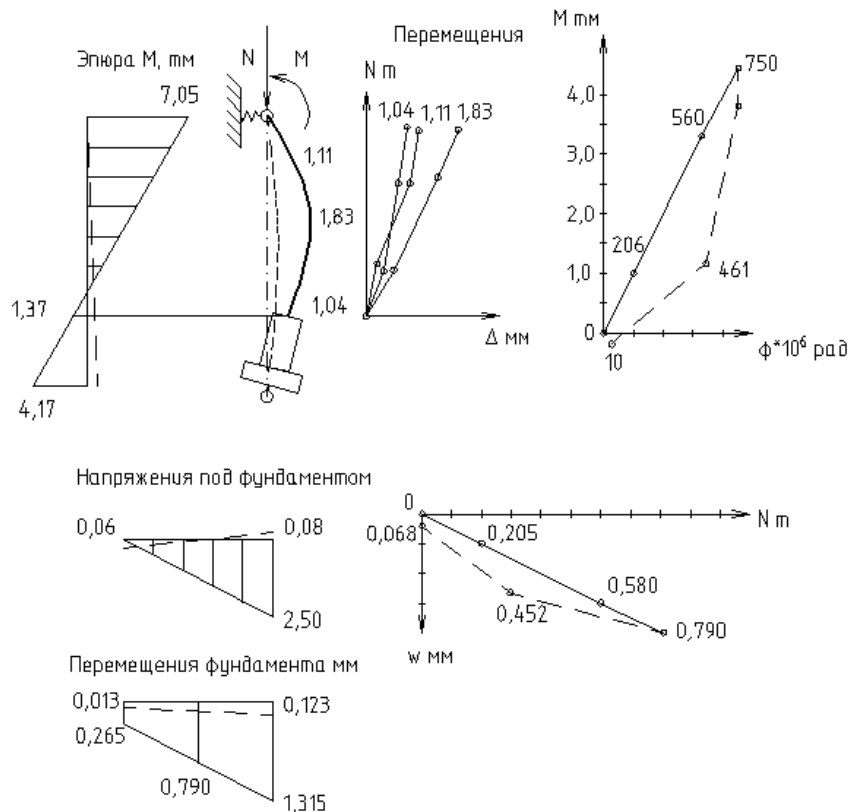


Рисунок 1 – Эпюры и графики, полученные в результате испытаний

Из результатов испытаний следует, что в уровне базы колонны из-за деформаций основания фундамент ведёт себя не как жёсткая заделка, а допускает горизонтальные перемещения и поворот. Для детального исследования данного вопроса были рассмотрены 2 схемы работы колонны (рис. 2). В первом случае колонна рассматривается совместно с основанием, а во втором рассматривается как жёстко закреплённая. В результате учёта совместной работы поворот фундамента вызвал уменьшение изгибающих моментов в уровне базы на 54-66% и в уровне фундамента на 35-40%. Также было выявлено, что

из-за поворота фундамента горизонтальное перемещение в середине колонны возросло в 1,8-2,4 раза. Изменение моментов в уровне подошвы фундамента говорит о изменении напряжённого состояния основания. Таким образом, схема, полученная в результате исследований, отражающая взаимную работу с основанием, куда более точно отражает реальную работу колонны.

Другим важным результатом сообщения стало экспериментальное исследование совместной работы стальной опытной двухпролетной рамы с основанием. Было проведено 4 испытания. Для исследования работы использовался метод сравнения расчётных результатов, полученных при условии недеформируемого основания и полученных с учётом совместной работы. На основании полученных результатов определены коэффициенты влияния.

Первое испытание на нагрузку 24 т, приложенную к узлам ригеля. В результате исследования были получены несимметричные деформации рамы, несмотря на то что конструкция и нагрузка симметричны. В данном случае асимметрия вызвана смещением оси центральной колонны на 45 мм в направлении пролёта. Учёт деформаций основания сказывается на уменьшении моментов: в уровне фундамента на 25%, в уровне базы на 22%, в уровне нижнего пояса фермы на 8%. Усилия в панелях, примыкающих к средней колонне, уменьшаются на 3%, а в средних – увеличиваются на 1%. Основной вывод из данного эксперимента – загрузка ригеля с учётом совместной работы в основном сказывается на работе колонн в значительно большей степени, чем на работе ригеля.

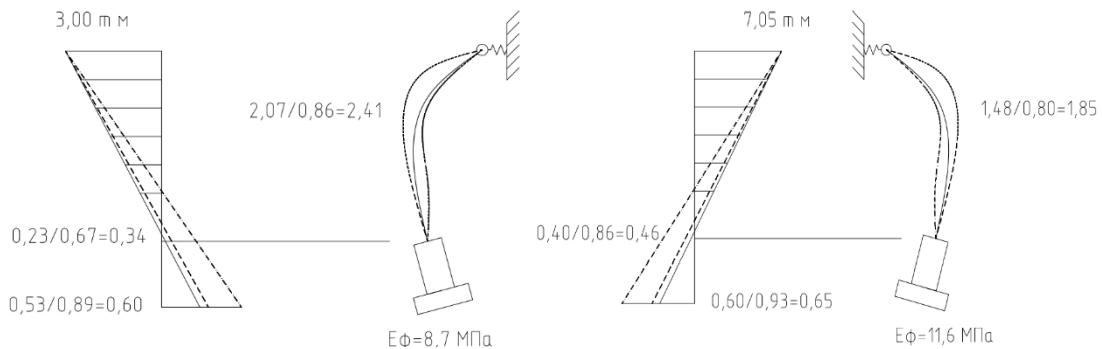


Рисунок 2 – Сопоставление опытных данных с расчётными

Испытание 2 направлено на исследование работы конструкции при загрузке средней колонны силой 37 т, приложенной через подкрановые балки. Учёт деформаций основания вызывает изменения изгибающих моментов по всей высоте колонны в пределах от 1% до 8%. На уровне подошвы момент уменьшился на 29%. Однако в верхних ветвях колонн наблюдалось увеличение моментов на величину от 17% до 187%.

Испытание 3 проводится с целью исследования работы конструкции при действии горизонтальной нагрузки 4,7 т, приложенную к крайней колонне на уровне нижнего пояса ригеля. В результате учета совместной работы горизонтальные перемещения колонн увеличились в 3-5 раз. Моменты в крайних колоннах увеличились в 1,5-2 раза, а в средней колонне наблюдалось уменьшение моментов на 70-75%.

В 4-ом испытании горизонтальная нагрузка 12,5 т, прикладывалась к средней раме пространственного блока в уровне нижнего пояса ригеля. Влияние совместной работы на напряжённое состояние оказалось аналогично наблюдаемому в 3-ем испытании.

Натурные наблюдения деформирования элементов стального каркаса 2-х производственных цехов и расчет колонны на горизонтальную силу от мостового крана показал, что учёт деформаций основания приводит к уменьшению моментов в уровне базы и подошвы на 10% и увеличению горизонтальных перемещений в уровне изменения сечения на 7%. При расчёте на вертикальное давление крана было выявлено увеличение моментов в уровне базы на 40% и уменьшение моментов в уровне подошвы на 11%.

В работах [4-6] проводилось исследование совместной работы П-образной стальной рамы с песчаным основанием. Схема установки для проведения испытаний показана на рисунке 3.

В ходе исследований были получены следующие результаты:

- повторное вертикальное нагружение вызывает постоянное накопление остаточных деформаций и неравномерных осадок;
- учёт конечной жёсткости узлов и податливости основания приводит к уменьшению расчётных значений изгибающих моментов в колоннах и к увеличению пролётного момента в ригеле;
- повторное горизонтальное нагружение в значительной степени снижает жёсткость системы фундамент-основание;
- получены поправочные коэффициенты для уточнения расчётов стоек и ригеля рамы;

- в опытах с разной плотностью грунта основания и с разной глубиной заложения фундамента выявлено уменьшение момента в уровне базы на 35-40% и увеличение моментов в верхней части на 25-30%. Наличие зазора между боковой поверхностью фундамента и грунтами обратной засыпки приводит к уменьшению моментов в уровне базы в среднем на 15%, и к изменению в верхней части до 20%.
- определены перемещения и положения мгновенных центров вращения фундаментов при наличии дефектов основания;
- получены функциональные зависимости величины поправочных коэффициентов влияния к изгибающим моментам в стойках стальных П-образных рам на песчаном основании с дефектами.

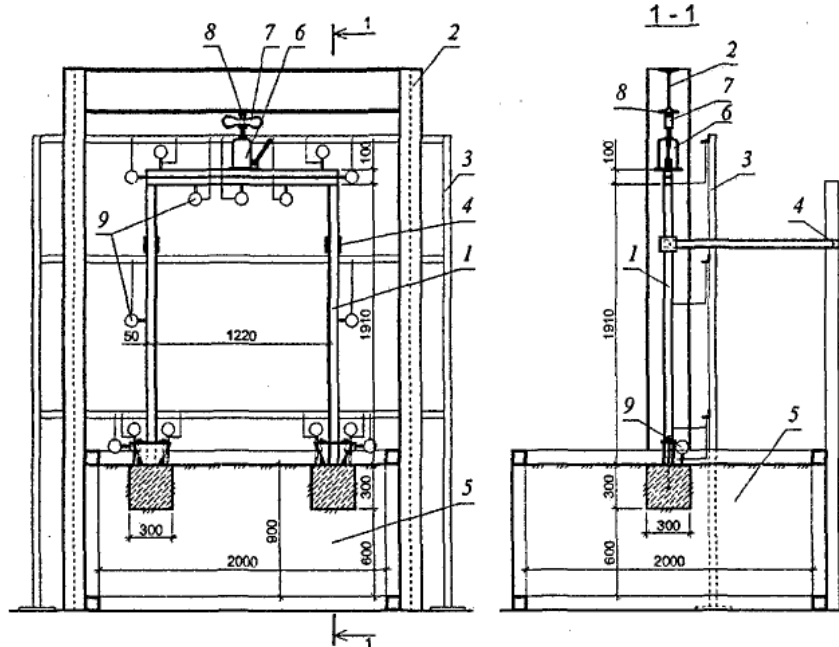


Рисунок 3 – Схема экспериментальной установки

1 – испытуемая модель; 2 – упорная конструкция; 3 – реперная рама; 4 – система связей из плоскости; 5 – песчаное основание; 6 – гидравлический домкрат; 7 – динамометр; 8 – шарнир; 9 – индикаторы часового типа ИЧ-10.

Таким образом, все проведённые эксперименты показали значительную степень влияния деформаций основания на работу конструкции.

Помимо экспериментальных исследований были проведены и теоретические исследования вопроса совместной работы стального каркаса с основанием.

Основной проблемой исследования совместной работы каркасного здания и грунтового основания является поиск расчётной модели, которая с требуемой степенью точности обеспечивала бы возможность определения напряжений и деформаций в элементах каркаса и в основании. Основные вопросы, которые необходимо решить: до какой степени необходимо идеализировать конструктивное решение при построении расчётной схемы; каким образом выбирать центр поворота фундамента. Данная проблема описана в [1, 3]. В работе [1] рассматривается определение крена фундамента. При этом автор принимает ряд допущений, касающихся способа закрепления колонны в фундаменте, схемы нагружения, центра поворота фундамента и т. д.

Расчётные схемы [3], используемые при теоретическом исследовании совместной работы конструкции с основанием показаны на рисунке 4. Центр поворота фундамента принимается в уровне подошвы. За количественную оценку деформации основания принимается угол поворота фундамента.

Анализ полученных результатов производился путём сравнения коэффициентов влияния (рис. 5), которые определялись как отношение определяемых величин с учётом деформаций основания к величинам, определённых с допущением, что основание жёсткое.

$$n = \frac{1 + B_i c}{1 + B c}, \quad (1)$$

где B (γ, λ, k, k') – коэффициенты побочных параметров.

Предложена следующая методика расчёта рам:

1) Расчёт рамы с допущением того, что основание абсолютно жёсткое, подбор размеров подошвы по расчётным сопротивлениям грунтов основания;

2) Определение основного параметра c для полученных сечений колонн и подошвы фундамента, сопоставление его с $c'_{\text{пред}}$ и $c''_{\text{пред}}$;

а) Если $c < c'_{\text{пред}}$ и $c < c''_{\text{пред}}$, то расчёт рамы окончен

б) $c'_{\text{пред}} < c < c''_{\text{пред}}$, то размер подошвы требуется подбирать по формуле

$$a^3 \geq \frac{k_1}{c'_{\text{пред}}} * \frac{EI_2}{(1-\lambda)H} * \frac{1-\nu^2}{E} \quad (2)$$

в) $c''_{\text{пред}} < c < c'_{\text{пред}}$ или $c''_{\text{пред}} < c'_{\text{пред}} < c$, то размер подошвы требуется подбирать по формуле

$$a^3 \geq \frac{k_1}{c''_{\text{пред}}} * \frac{EI_2}{(1-\lambda)H} * \frac{1-\nu^2}{E} \quad (3)$$

При этом не требуется учитывать поворот фундамента.

г) $c'_{\text{пред}} < c''_{\text{пред}} < c$, то размер подошвы требуется подбирать по формуле из пункта б. Также можно определить размер подошвы по пункту в, но при этом требуется учесть деформации основания в расчёте рамы.

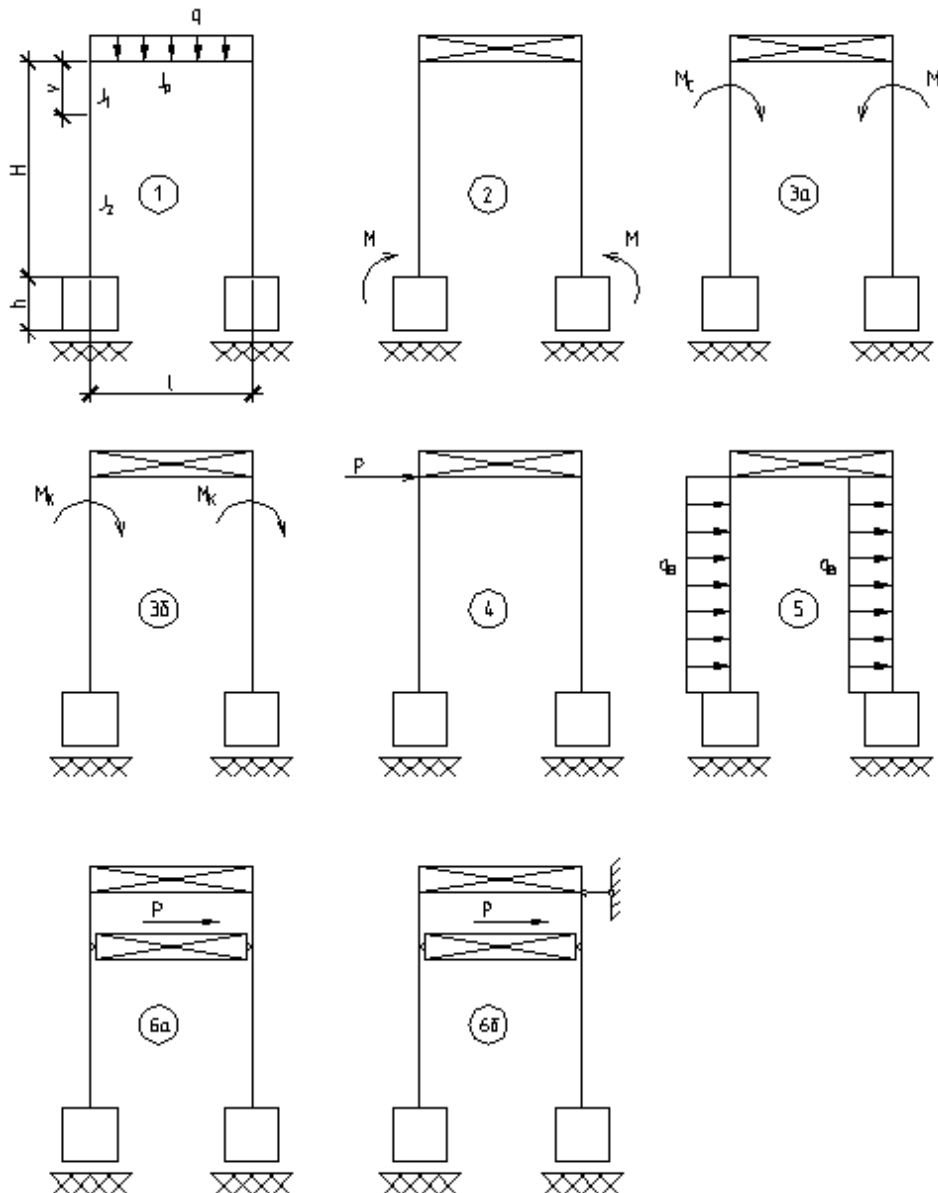


Рисунок 4 – Расчётные схемы для теоретического исследования

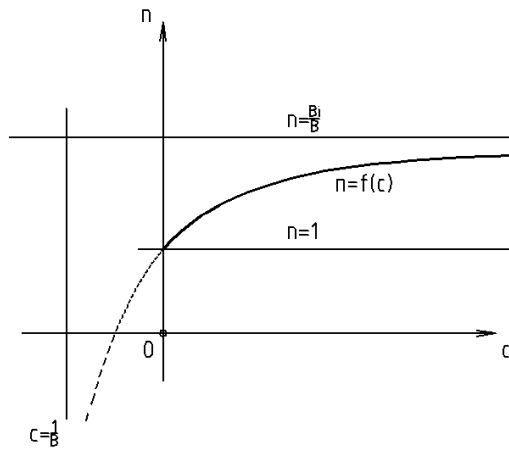


Рисунок 5 – График зависимости коэффициента влияния n от коэффициента, характеризующего влияние деформаций основания $c = i^2 \bar{\varphi}$

Другой проблемой в сфере исследования совместной работы каркасного здания на отдельном фундаменте является недостатки существующих норм и моделей, которые приводят к значительным различиям между расчётными значениями осадок и значениями, которые получены в результате постановки эксперимента или измеренные у существующих фундаментов. Так, например, в [2] рассматривается определение осадки крупнопанельного здания и анализ НДС системы здание-основание. Грунты, образующие основание под зданием, являются сильносжимаемыми. Само здание было построено 1970-х годах. Результаты, полученные в результате аналитических и численных расчётов, составили порядка половины от реальных.

Важным аспектом исследования данного вопроса является численное моделирование. Оно осуществляется при помощи специализированных программных комплексов. В настоящий момент авторами статьи используется Plaxis 3D. Данный программный комплекс позволяет выполнять моделирование совместной работы основания и конструкции следующим образом: сначала моделируются грунтовые условия, такие как количество слоёв, характеристики грунтов, модель, в соответствии с которой будут деформироваться грунты, уровень грунтовых вод. Далее выполняется моделирование рассматриваемой конструкции и назначение точечных, линейных и поверхностных нагрузок. После завершения моделирования конструкции и грунта выполняется построение сетки, определение фаз расчёта и сам расчёт. Для оценки адекватности принятой модели и сравнении полученных данных с экспериментальными результатами проводится численное моделирование стальной рамы на песчаном основании [4-6]. Расчётная модель (рис. 6) состоит из лотка с грунтом и из стальной рамы на отдельно-стоящих фундаментах. В качестве грунта используется песок. Расчётная модель – модель Мора-Кулона. Средний удельный вес 16 кН/м^3 . Удельный вес в водонасыщенном состоянии 19 кН/м^3 . Коэффициент пористости $0,5$. Угол внутреннего трения 34° . Коэффициент сцепления 2 кПа .

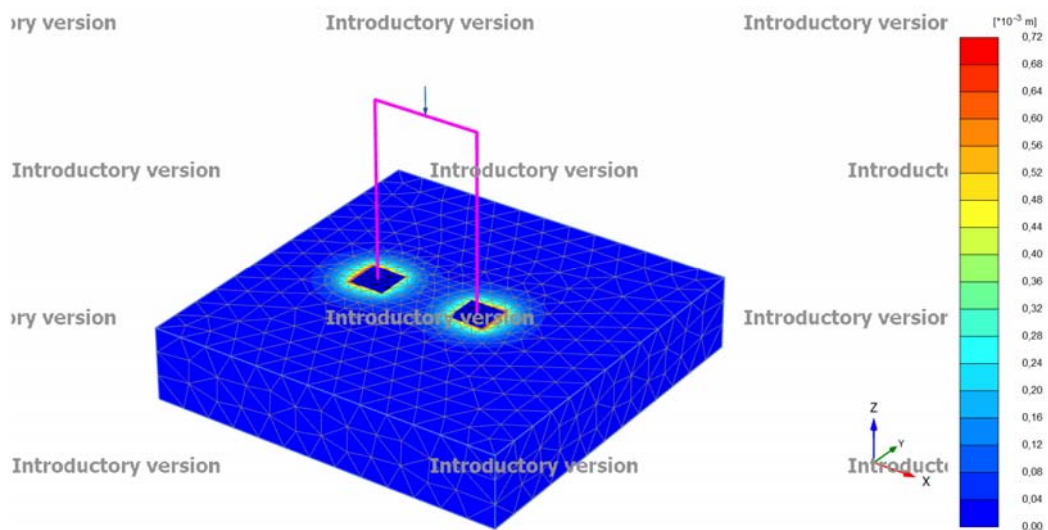


Рисунок 6– Результаты расчёта деформаций в программе Plaxis 3D

Пример проведения исследования в ПК Ansys системы стойка-фундамент-грунт приведён в [7]. Моделирование производится в несколько этапов:

- приложение нагрузок в соответствии с [8];
- статический расчёт стойки, как жёстко защемлённой;
- определение размеров фундамента в соответствии с [9];
- моделирование единой системы стойка-фундамент-основание;
- проверка модели по 1-ой и 2-ой группам предельных состояний.

Основные выводы:

1) На данный момент вопрос о совместной работе здания с основанием является частично исследованным, так как изученность данного вопроса неравномерно распределена между различными типами зданий и сооружений.

2) При построении расчетной модели наиболее подробно изучено положение центра поворота фундамента в зависимости от опирающейся конструкции на фундамент, от свойств основания и от дефектов основания.

3) Наиболее рациональный и простой способ учёта деформаций основания – использование коэффициентов влияния.

4) Приведены основные способы проведения экспериментального и теоретического исследования вопроса о совместной работе здания и основания.

5) Рассмотрен достаточно эффективный метод исследования совместной работы здания с основанием – численное моделирование с помощью таких программных комплексов, как Ansys и Plaxis 3D.

Список использованных источников

1. Алексеев С.И., Кондратьев С.О. Определение предельной величины крена фундамента в результате его взаимодействия с надфундаментной конструкцией // Известия вузов. Инвестиции. Строительство. Недвижимость. 2017. Т. 7. № 1. С. 53–58.
2. Бакрышева В.В. Численный анализ НДС системы «Здание-основание» на примере крупнопанельного здания 1970 г. Постройки // Вестник гражданских инженеров. 2014. № 6 (47). С. 104-108.
3. Беленя Е.И., Клепиков Л.В. Исследование совместной работы оснований, фундаментов и поперечных рам стальных каркасов промышленных зданий // Научное сообщение. - М., 1957. - Вып.28-58 с.
4. Леденев В.В., Евдокимцев О.В., Варечкин С.А. Исследование работы П-образных стальных рам при податливых сопряжениях ригелей с колоннами и деформируемом основании // Надежность и долговечность строительных материалов и конструкций: Материалы III Международной науч.-техн. конференции. Ч.1 Волгоград: ВолгГАСА, 2003. С.53-56
5. Леденев В.В., Евдокимцев О.В., Варечкин С.А. Влияние податливости основания на напряженно-деформированное состояние П-образной стальной рамы // Актуальные проблемы современного строительства: Сборник трудов. Ч.2. Строительные конструкции. Пенза: ПГАСА, 2003. С.67-71
6. Леденев В.В., Евдокимцев О.В., Кузнецов И.Н. Напряженно-деформированное состояние одноэтажных однопролетных стальных рам на сжимаемом основании // Вестник Центрального регионального отделения Российской академии архитектуры и строительных наук. Воронеж-Липецк: РААСН, ЛГТУ, 2008. – С.209-216
7. Сабитов Л.С., Кузнецов И.Л., Бадертдинов И.Р., Радайкин О.В. Исследование совместной работы стальной стойки и сборного железобетонного фундамента экспериментальным методом и с применением математического МКЭ-моделирования // Вестник гражданских инженеров. 2018. № 6 (71). С. 37-44.
8. СП 20.13330.2016 Нагрузки и воздействия. Актуализированная редакция СНиП 2.01.07-85* (с Изменениями № 1, 2) введ. 2017-06-04 М.: М.: Стандартинформ, 2017 год
9. СП 45.13330.2017 Земляные сооружения, основания и фундаменты. Актуализированная редакция СНиП 3.02.01-87 (с Изменениями N 1, 2) введ. 2017-08-28 М.: Стандартинформ, 2017 год

ЭВОЛЮЦИЯ НОРМ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЗДАНИЙ ГОСТИНИЦ В РОССИИ

Потапова А.А.,

*ФГБОУ ВО “Тамбовский государственный технический университет”, магистрант
e-mail: mlp.anna@mail.ru*

Кожухина О.Н.

*ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», доцент кафедры
«Городское строительство и автомобильные дороги»
e-mail: olga1463@yandex.ru*

До возникновения первых гостиниц на Руси в XII-XIII вв. были постоянные дворы. Они служили для отдыха и смены лошадей, и располагались на расстоянии равному конному переходу.

В XV веке появились почтовые станции, которыми ведал Ямской приказ. Было осуществлено строительство большого количества постоянных дворов, прикрепленных к станциям. В то же время в городах возводились гостиные дворы, которые служили не только для торговли, но и для жилья. Гостиные дворы состояли из следующих помещений:

- клети – жилые помещения для купцов, состоящие из двух ярусов, один для сна, другой для хранения небольшой части товаров;
- церкви, выполняющие не только культурную функцию, но и являющиеся местом хранения наиболее ценных товаров;
- соляные амбары – сооружение для массового складирования товаров.

Гостиные дворы строились рядом с торговыми центрами в XVIII в., а гостей расселяли по национальному признаку. Таким образом, в Москве появились шведский, английский и греческий, в Новгороде – немецкий и голландский гостиные дворы [1].

Наращивание торговых связей и стремительный рост промышленности ведет к росту численности населения городов и открытию новых гостиниц в XVIII-XIX вв.

Развитие туризма приходится на XIX век, в связи с этим, разворачивается строительство больших и малых гостиниц в живописных местах, на морском побережье, у минеральных источников. К концу XIX века в крупных городах появляются гостиницы с современными удобствами, такими как: канализация, горячее водоснабжение, электричество, подъемные машины. Такие гостиницы появлялись и в провинциальных городах, в том числе и в Тамбове. Например, гостиница «Европейская» в доме купца М.Л. Шоршорова, открытая в 1900 году, могла по комфорту и роскоши конкурировать с лучшими гостиницами в столице. Кроме 25 номеров с отличной мебелью и электричеством, в ней находился ресторан с отличной кухней, бильярдная. В зале гостиницы проходили литературные и музыкальные вечера. Гостиничное хозяйство Тамбова к началу XX века было представлено 20 зданиями различных классов, от простых до элитных. После революции большинство гостиниц были отданы под квартиры и общежития, для решения жилищной проблемы в Тамбове, и в целом в России [4].

К началу 1928 года в РСФСР гостиницы были только в 1/3 городов. Но с ростом промышленных центров возникает потребность в их строительстве. Первые типовые проекты гостиниц были разработаны в 1930 году. Они не отличались достаточным уровнем благоустройства: отсутствие санитарно-технического оборудования в номерах, совмещение помещений различного назначения.

Во второй и третьей пятилетках появляются номера повышенного комфорта, состоящие их нескольких комнат, передней и совмещенного санитарного узла, однокомнатные номера оборудуются умывальниками, увеличивается состав общественных и обслуживающих помещений, разрабатываются новые типовые проекты гостиниц, предусматривающие проживание 100-150 человек.

На композиционные решения зданий гостиниц оказывают большое влияние градостроительные факторы, что приводит к разнообразию фасадов строящихся объектов.

В годы Великой Отечественной войны гостиничному хозяйству был нанесен колоссальный ущерб. Поэтому основное строительство новых и реконструкция старых гостиниц, а это более 80%, приходится на послевоенные годы. Это время характеризуется появлением гостиниц более чем на 1000 человек, общежитиями, мотелями. Мотели являются современными аналогами постоянных дворов. Они служат для временного пребывания людей, как правило, уровень комфорта в них ниже, чем в гостинице, располагаются они возле оживленных трасс и имеют большую парковку.

Значительное число гостиниц было построено к Олимпиаде 1980 года в Москве. Рядом с Измайловским парком был возведен самый крупный в Европе гостиничный комплекс, вмещающий в себя 10 тысяч человек.

Впервые возводится 22-этажное здание гостиницы “Салют”, выполненное из крупнопанельных конструкций.

Постоянный рост благосостояния населения, улучшения условий жизни приводит к повышению требований к уровню комфорта гостиниц и их обслуживания. 26 августа 1977 года выходит постановление совета министров: “О мерах по дальнейшему улучшению обслуживания населения в гостиницах”. Это постановление предусматривало: проведение работ по улучшению технического, санитарного и противопожарного состояния гостиниц, повышение их благоустройства, увеличение объема и расширение ассортимента услуг для проживающих и т.д.

Рост числа новых гостиниц привел к необходимости повышения их уровня качества, вследствие чего, была переработана и утверждена новая редакция главы СНиП П-79-78, которая включала в себя гостиницы общего типа, туристические, курортные, мотели и кемпинги. Новые нормативы были направлены на упорядочение проектирования гостиниц, повышение их качественного уровня и комфортабельности при соблюдении экономической эффективности строительства. СНиП предусматривал следующие пять разрядов гостиниц, характеризующих уровень комфорта: Высший, I, II, III, IV. Он влиял непосредственно на решение жилой и общественной части гостиницы. Чем выше разряд, тем больше размеры жилых номеров, их санитарно-техническое и инженерное оснащение, размеры и характер групп помещений общественного назначения. Причем, отмечалось, что здания гостиниц Высшего и I разряда, стоит проектировать в основном для столиц союзных республик, крупнейших городов и курортов союзного и республиканского значения [2].

На сегодняшний день действующим сводом правил для проектирования гостиниц является СП 257.1325800.2016. Согласно этому документу уровень комфорта гостиниц определяется по категориям, с учетом их материально технической оснащенности и уровнем услуг, которые они предоставляют: “без звезд”, “одна звезда”, “две звезды”, “три звезды”, “четыре звезды”, “пять звезд”. Также необходимо обязательное наличие жилой и приемно-вестибюльной групп помещений. Помещения общественного питания, бытового обслуживания, деловой деятельности, административные, включаются в зависимости от категории, а также уровня комфорта гостиницы. Обязательным является наличие естественного освещения в служебно-хозяйственных и административных помещениях, которые располагаются в подземных этажах, при необходимости, оно должно обеспечиваться путем устройства приемок. Строительство жилых помещений без естественного освещения не допускается.

В гостиницах высших разрядов (“пять звезд”, “четыре звезды”), размещаемых в любом климатическом районе, должны быть предусмотрены кондиционирование воздуха в обеденных залах и в производственных помещениях предприятий общественного питания при значительных тепловыделениях, а также приточно-вытяжная вентиляция в остальных служебных помещениях.

Минимальная площадь номера без учета санузла, лоджии и балкона должна составлять:

- для категории “без звезд”, “одна звезда”, “две звезды” – одноместные номера – 9 м², двухместные номера – 12 м²;
- для категории “три звезды” – одноместные номера – 12 м², двухместные номера – 15 м²;
- для категории “четыре звезды”, “пять звезд” – одноместные номера – 14 м², двухместные номера – 16 м².

В многоместных номерах площадь на одного проживающего должна составлять не менее 6 м² [3].

Что значительно отличается от предыдущих нормативов, где площадь одноместных номеров составляла 9 м² для всех разрядов гостиниц, кроме “высших”, в которых площадь одноместного номера составляла 11 м².

Отдельного внимания заслуживают помещения санитарно-технического назначения:

- для категории “без звезд”, “одна звезда” – 1,75 м²;
- для категории “две звезды”, “три звезды” – 2,5 м²;
- для категории “четыре звезды”, “пять звезд” – 3,8 м².

Гостиницы, имеющие категории “одна звезда” и “две звезды” могут иметь с другими предприятиями общие коммуникации и входы, а также располагаться в отдельных секциях жилых домов. Но размещение номеров в цокольных этажах не допускается.

Для более удобного перемещения между этажами предусмотрена установка лифтов, в зависимости от категории гостиницы и ее этажности лифты устанавливаются:

- для категории “две звезды”, “одна звезда”, “без звезд” – более пяти этажей;
- для категории “три звезды” – более трех этажей;
- для категории “четыре звезды”, “пять звезд” – более двух этажей.

Независимости от этажности здания необходима установка лифта, если в гостинице есть номер для маломобильных групп населения, который находится на втором этаже и выше.

Обслуживание номеров должно осуществляться не мешая проживающим, поэтому помещения поэтажного обслуживания должны располагаться:

- для гостиниц категории “две звезды”, “одна звезда” через этаж;
- для гостиниц категории “три звезды” и выше на каждом этаже.

Помещения, предусмотренные для использования администрацией, рекомендуется размещать на первых этаж зданий, отдельно от жилых помещений.

Данный свод правил не распространяется на гостиницы, расположенные в зданиях, являющимися объектами культурного наследия. В этом случае для проектирования следует руководствоваться Федеральным Законом “Об объектах культурного наследия” от 24 апреля 2020 года.

Стоит отметить, что в современных реалиях гостиницы пользуются большим спросом не только как места временного проживания людей, но и для проведения некоторых мероприятий. Гостиницы высших разрядов часто оборудованы специальными залами для проведения собраний и конференций, что является огромным плюсом для многих организаций, ведь они не только могут предоставить гостям комфортные условия проживания, но и удобное место проведения всевозможных мероприятий рядом с ними.

В настоящее время, с развитием внутреннего туризма, необходимо обеспечить комфортные условия в местах временного пребывания граждан не только в крупных, но и в малых и провинциальных городах. Все больше путешественников интересуются малоизвестными городками, где можно побродить по усадьбам, замкам, древним руинам. Но такие города могут иметь не достаточное количество мест в гостиницах. Поэтому развитие гостиничной инфраструктуры необходимо совершенствовать в разных направлениях, и с учетом мировых стандартов и с учетом возрастающих требований к условиям проживания. Гостиницы должны удовлетворять требованиям различных групп населения, в том числе и самых искушенных.

Список использованных источников

1. Ольхова А.П. Гостиницы/ А.П. Ольхова. – М: Стройиздат, 1983. – 171 с.
2. СНиП II-79-78 Гостиницы. – М: Госстрой России, 1978.
3. СП 257.1325800.2016 Здания гостиниц. Правила проектирования. – М: Минстрой России, 2016.
4. Молчанова, Г.А. Старый Тамбов от А до Я (История дореволюционного Тамбова в коротких рассказах) / Г.А. Молчанова, Н.В. Олонцева, Ю.К. Шукин //Под ред. В.М. Юрьева. – Тамбов: ТОГУП Тамбовская типография «Пролетарский светоч», 2004.

УДК 622.973.6

67.11.31 Бетонные и железобетонные конструкции

КОНЕЧНО-ЭЛЕМЕНТНЫЙ АНАЛИЗ БЕТОННЫХ БАЛОК С МЕТАЛЛИЧЕСКОЙ И СТЕКЛОПЛАСТИКОВОЙ АРМАТУРОЙ

АльджабубиД.З.,

*ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», аспирант
e-mail: aljaboobidhafar@gmail.com*

Крюкова А.А.,

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

ЯрцевВ.П.,

*ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», д.т.н. профессор
e-mail: jarcev21@rambler.ru*

Аннотация: В данной статье описано применение нелинейных конечно-элементных моделей для анализа прямоугольных бетонных балок.

Ключевые слова: балка, бетон, изгиб, прочность, арматура, стеклянное волокно.

Бетон

Для моделирования бетона использовался элемент Solid 65. Этот элемент имеет восемь узлов с тремя степенями свободы.в каждом узле - переводы в направлениях x, y и z. Этот элемент способен к пластической деформации, растрескиванию в трех ортогональных направлениях и раздавливанию.

Схематическое изображение элемента показано на рис. 1. Растрескивание моделируется приближением размазанной трещины.

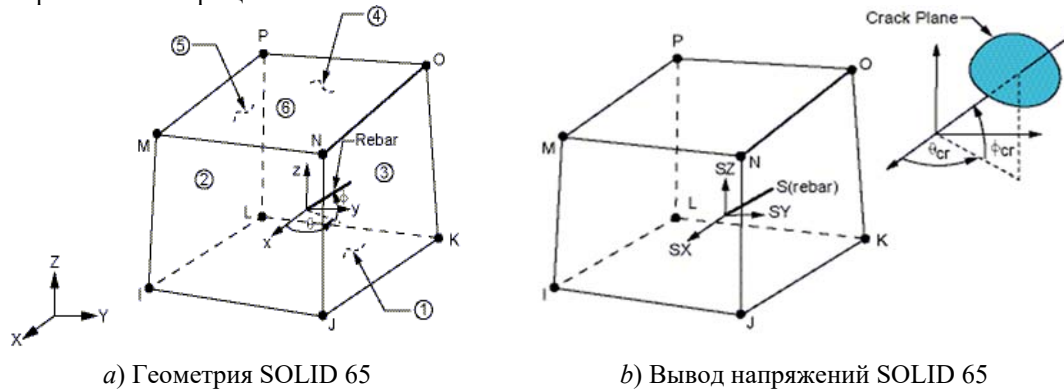


Рисунок 1 - Элемент SOLID 65 для представления бетона [1]

Принятая зависимость одноосной деформации при сжатии бетона и раствора представляет собой полилинейную изотропную кривую напряжения-деформации, показанную на рис. 2, и рассчитанную по соотношениям.

$$f_c = \varepsilon \cdot E_c \text{ при } 0 \leq \varepsilon \leq \varepsilon_1 \quad (1)$$

$$f_c = \frac{\varepsilon \cdot E_c}{1 + \left(\frac{\varepsilon}{\varepsilon_0}\right)^2} \text{ при } \varepsilon_1 \leq \varepsilon \leq \varepsilon_0 \quad (2)$$

$$f_c = f'_c \text{ при } \varepsilon_0 \leq \varepsilon \leq \varepsilon_{cu} \quad (3)$$

$$\varepsilon_1 = \frac{0,3 f'_c}{E_c} \quad (4)$$

$$\varepsilon_0 = \frac{2 f'_c}{E_c} \quad (5)$$

где f_c = напряжение при любом напряжении ε , МПа; ε = напряжение при деформация f ; ε_0 = деформация при предельном напряжении сжатия f'_c ; E_c = модуль упругости бетона, МПа.

Упрощенная кривая напряжения-деформации для каждой модели балки построена из (13) точек, соединенных прямыми линиями. Кривая начинается при нулевом напряжении и деформации. Точка (1) при $0,3 f'_c$ рассчитана для зависимости напряжения от деформации бетона в линейном диапазоне (должна удовлетворять Закон Гука). Точки (2-11) получены из уравнения 2, в котором ε вычисляется из уравнения 4. Точка (12) находится в точках ε_0 и f'_c . После точки (12) поведение считается абсолютно пластичным, вплоть до деформации раздавливания, которая принята равной 0,003.

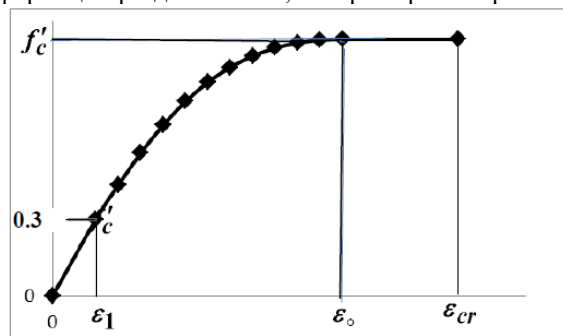
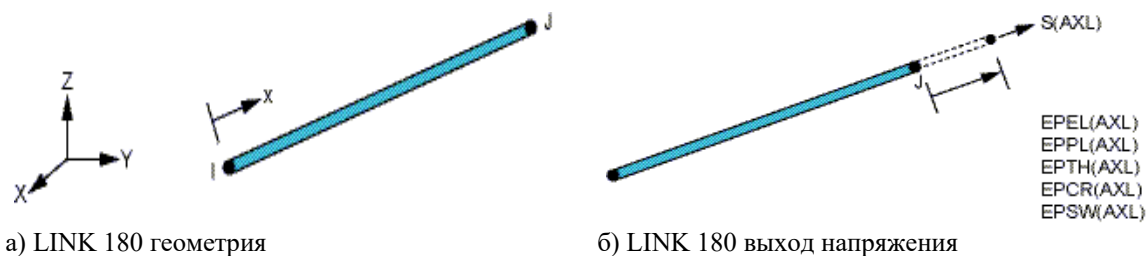


Рисунок 2 - Многолинейная кривая одноосного сжатия для бетона
Арматура CFRP

Элемент, представленный на рис. 3, может использоваться во многих инженерных задачах. LINK 180 представляет собой элемент одноосного растяжения-сжатия. В этом элементе не учитывается изгиб, заложены пластичность и жесткость под напряжением.

Геометрия расположения узлов и система координат для LINK 180 представлены на рис. 3 [1].



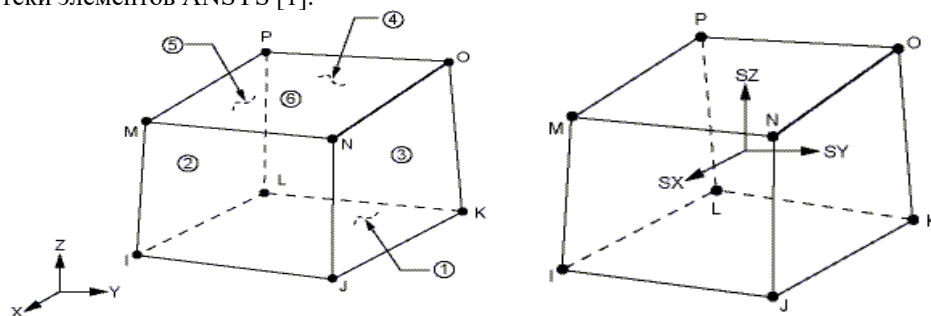
а) LINK 180 геометрия

б) LINK 180 выход напряжения

Рисунок 3 - LINK180 для представления CFRP арматуры [1]

Стальные пластины на опорах

Элемент SOLID185 используется для стальных пластин на опорах и в зонах нагрузки балки. У этого элемента восемь узлов, каждый узел имеет три степени свободы. SOLID 185 с перемещением по осям x , y и z . Геометрия и расположение узлов этого элемента показаны на рис. 4. Описание SOLID 185 взято из библиотеки элементов ANSYS [1].



а) Структурная твердотельная геометрия

б) вывод напряжений в твердой конструкции

Рисунок 4 – Представление SOLID 185 для моделирования стальных пластин и опор [1]

Геометрия и свойства материала

Опытные образцы балки (рисунок 5) были изготовлены из тяжелого бетона класса В 30 на цементе марки М500. В качестве крупного заполнителя использовали гранитный щебень фракции 15 - 25 мм, мелкого – кварцевый песок. Испытания контрольных образцов-кубиков бетона проведены испытания в соответствии с методикой ГОСТ 10180 [2], класс бетона составил В 30.

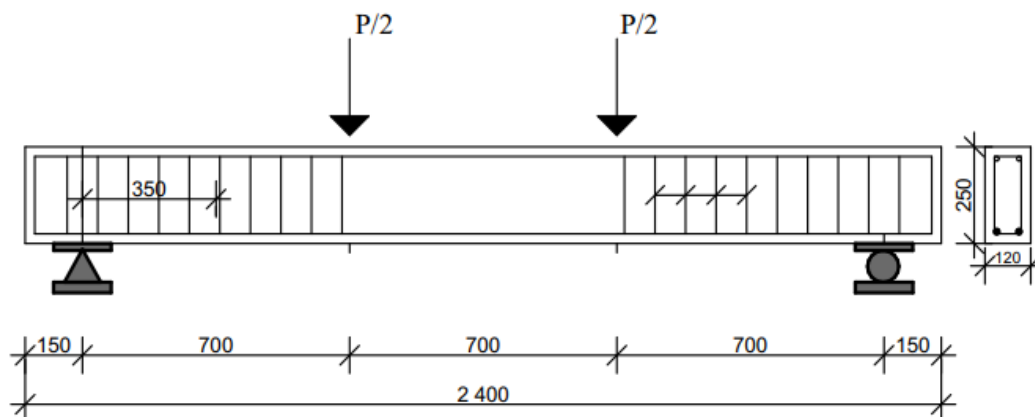


Рисунок 5 – Нагрузка и геометрия анализируемой балки

Прогибы бетонных балок в ходе испытания измеряли цифровым прогибомером ПСК-МГ 4.01. По показаниям датчиков испытательной машины определяли перемещения траверсы. Данные фиксировались после приложения нагрузки каждого этапа.

Деформации бетона регистрировали при помощи многоканального измерительного комплекса модели TDS-530 производства компании Tokyo Sokki Kenkyujo Co., Ltd., Япония. В качестве средств

измерения использовали проводниковые тензорезисторы с подложкой на основе полиэфира типа PL-60-11 с длиной измерительной базы 60 мм. Датчики были приклеены по специальной методике на заранее подготовленную поверхность бетона [3].

Четыре бетонных балки с различными типами продольной арматуры были испытаны до разрушения на специальных стендах при четырехточечном изгибе [4]. Все испытанные балки были изготовлены с волокном CFRP, GFRP а характеристики армированного бетона с контролируемым разрушением из-за дробления бетона в зоне сжатия, а не продольного разрыва стержня. Результаты испытаний представлены в табл.1.

Таблица 1

Основные параметры образцов-балок						
Тип стержня	Диаметр стержня (мм)	Длина стержня, (мм)	Разрушающая нагрузка (кН)	Расчетная прочность на разрыв FRP (МПа)	Модуль упругости продольной арматуры (МПа)	Предел текучести (МПа)
CFRP	10	192	47,3	730	200.4	425
CFRP	14	192	54.2	826	109.7	444
GFRP	10	192	55.43	944	132.6	507
GFRP	10	192	62.5	1050	136.0	549

Определение трещинообразования, характера и ширины раскрытия трещин

Балка серии CFRP- Д10 была испытана до разрушения. Зависимости нагрузки от прогиба в середине пролета были построены по результатам испытания, см. рис.6. Полученная предельная нагрузка составила 95,3 кН с соответствующим прогибом 15,7 мм. Величина прогиба в середине пролета при разрыве составила 16 мм. Процент увеличения изгибной способности был равен 66%. Процент снижения значений предельной пластичности при разрушении составил 62%. Балка разрушилась из-за деформации CFRP с крупными трещинами изгиба.

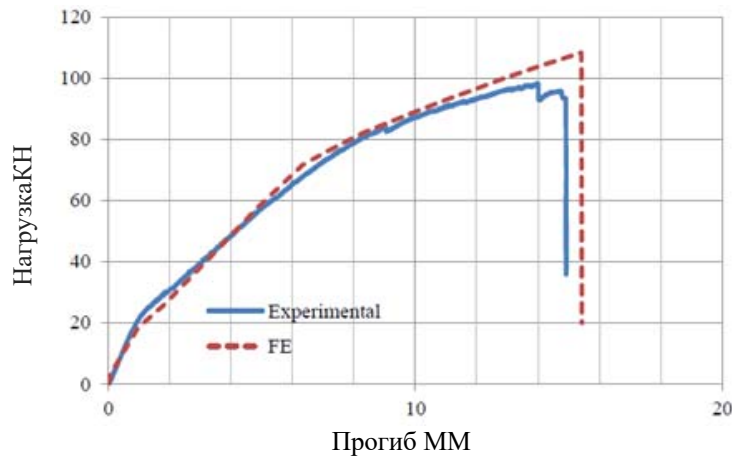


Рисунок 6 – Зависимость прогиба от нагрузки для балки-CFRP10

Балка серии CFRP- Д14, также была испытана до разрушения. В результате испытания получены зависимости нагрузки от прогиба в середине пролета см. рис.7. Полученная предельная нагрузка была равна 100,5 кН с соответствующим прогибом 12,5 мм. Величина прогиба в середине пролета при отказе составляла 13 мм. Процент увеличения способности к изгибу составил 75%. Процент снижения значений предельной пластичности при разрушении составил 71%.

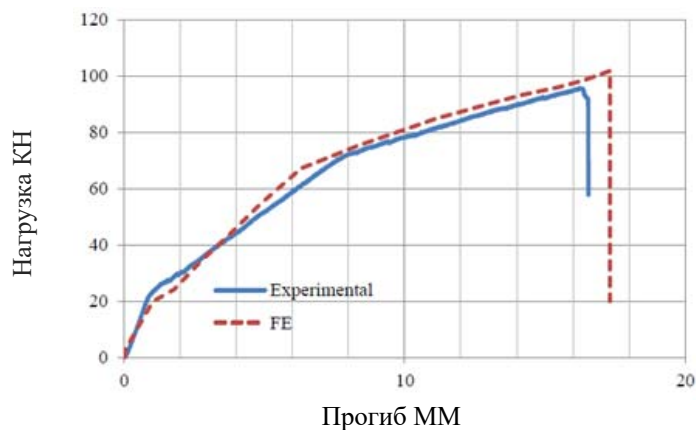


Рисунок 7 – Зависимость прогиба от нагрузки для балки-CFRP14

Результаты испытаний балки серии GFRP- Д10 показаны на рис. 8. Полученная предельная нагрузка составила 96,8 кН с соответствующим прогибом 12,8 мм. Величина прогиба в середине пролета при отказе составила 13,3 мм. Процент увеличения способности к изгибу составил 69%. Процентное снижение значений предельной пластичности и пластичности при разрушении составило 71% и 70% соответственно.

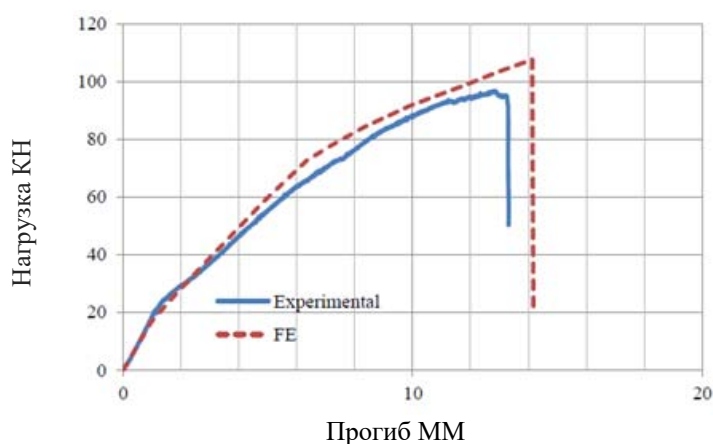


Рисунок 8 – Зависимость прогиба от нагрузки для балки-GFRP10

Зависимость нагрузки от прогиба в середине пролета для балки серии GFRP- Д14 показана на рис.9. Полученная предельная нагрузка была равна 100,3 кН с соответствующим прогибом 15,8 мм. Величина прогиба в середине пролета при выходе из строя составила 15,9 мм. Процент увеличения способности к изгибу составил 75%. Процентное снижение значений предельной пластичности и пластичности при разрушении составило 62% и 63% соответственно.

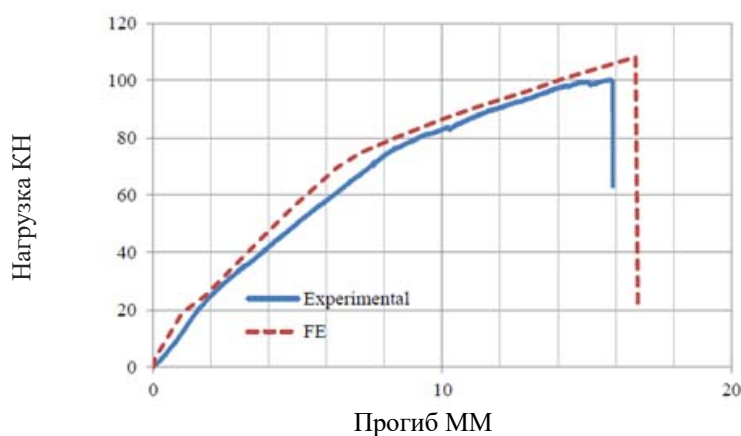


Рисунок 9– Зависимость прогиба от нагрузки для балки-GFRP14

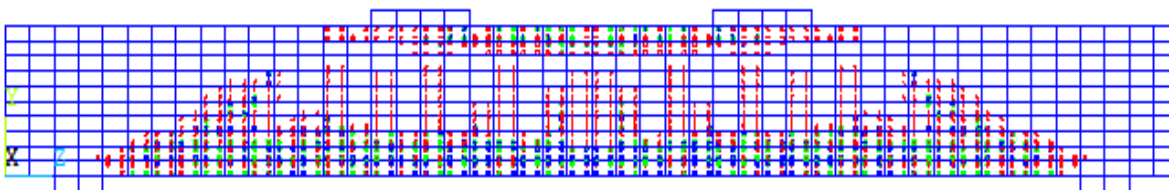


Рисунок 10-Структура трещин

Конечно элементный анализ структуры трещин [5-7] представлен на рис. 10. Из рисунка видно, что зона максимальной концентрации трещин находится в нижней части балки.

Основываясь на прогнозируемых результатах анализа методом конечных элементов эталонной и армированной бетонной (CFRP) балки, можно сделать вывод, что общий отклик модели конечных элементов с точки зрения прогиба и предельной нагрузки хорошо согласуется с результатами экспериментов.

Список использованных источников

1. ANSYS, "Analysis Guide", Version 11, Swanson Analysis System Inc., 2007.
2. ГОСТ 10180-2012. Бетоны. Методы определения прочности по контрольным образцам. М.: Изд-во Стандартиформ, 2013., 35 с.
3. Албджабуи Д.З., Крюкова А.А., Ярцев В.П. Влияние органического и стального фиброволокна на прочностные свойства цементного бетона / Д.З. Албджабуи, А.А. Крюкова, В.П. Ярцев // 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. – С. 103-105.
4. СП 63.13330.2012 Бетонные и железобетонные конструкции. Основные положения. Актуализированная редакция СНиП 52-01-2003. М.: Минстрой России, 2015., 148 с.
5. Албджабуи Д.З., Ярцев В.П. Особенности внешнего армирования углеродными материалами для усиления конструкций / Д.З. Албджабуи, В.П. Ярцев МОО «Фонд развития науки и культуры». Перспективы науки, 2021, №1(136).
6. Леденев В.В., Монастырев П.В., Куликов Г.М., Плотникова С.В. Расчетные модели для проектирования конструкций зданий // В.В. Леденев, П.В. Монастырев, Г.М. Куликов, С.В. Плотникова – Тамбов: Изд-во ФГБОУ ВО «ТГТУ», 2016. - 296 с – 400 экз.
7. Албджабуи Д.З., Крюкова А.А., Ярцев В.П. Влияние отверстий на несущую способность бетонных балок при поперечном изгибе. / Д.З. Албджабуи, А.А. Крюкова, В.П. Ярцев // II Всероссийская (национальная) научно-практическая конференция Современные проблемы материаловедения, посвященная 65-летию ЛГТУ 18 февраля 2021 г. Липецк. – С.

УДК 69.058.7

31.32: Теплотехнические измерения

ВЛИЯНИЕ КАЧЕСТВА СОЕДИНЕНИЯ СТЕНОВЫХ ПАНЕЛЕЙ НА ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ СООРУЖЕНИЯ

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*

Рассмотрены узлы примыкания стеновых панелей с цокольными и междуэтажными перекрытиями каркасно-панельного индивидуального жилого дома, собранный по технологии АО «ТАМАК».

Состав стеновых панелей:

- ЦСП-1, толщина 12 мм, плотность 1300 кг/м³;

- деревянный каркас толщиной 144 мм;
- утеплитель из минераловатных плит 150 мм., плотностью 75 кг/м³;
- пароизоляция – плёнка Ондутис R-100;
- ЦСП-1, толщина 12 мм, плотность 1300 кг/м³.

Состав цокольных панелей:

- ЦСП-1, толщина 12 мм, плотность 1300 кг/м³;
- гидроизоляционная пленка «Ондутис SA 115»
- деревянный каркас толщиной 195 мм;
- утеплитель из минераловатных плит 200 мм., плотностью 75 кг/м³;
- полиэтиленовая пленка, толщиной 0,2 мм;
- ЦСП-1, толщина 20 мм, плотность 1300 кг/м³;

Состав междуэтажных панелей:

- ЦСП-1, толщина 12 мм, плотность 1300 кг/м³;
- полиэтиленовая пленка, толщиной 0,2 мм;
- деревянный каркас толщиной 195 мм;
- утеплитель из минераловатных плит 200 мм. по контуру, 150 мм. по всей площади плотностью 75 кг/м³;

- ЦСП-1, толщина 20 мм, плотность 1300 кг/м³;

Узлы примыкания стеновых панелей с цокольными и междуэтажными перекрытиями представлены на рисунке 1.

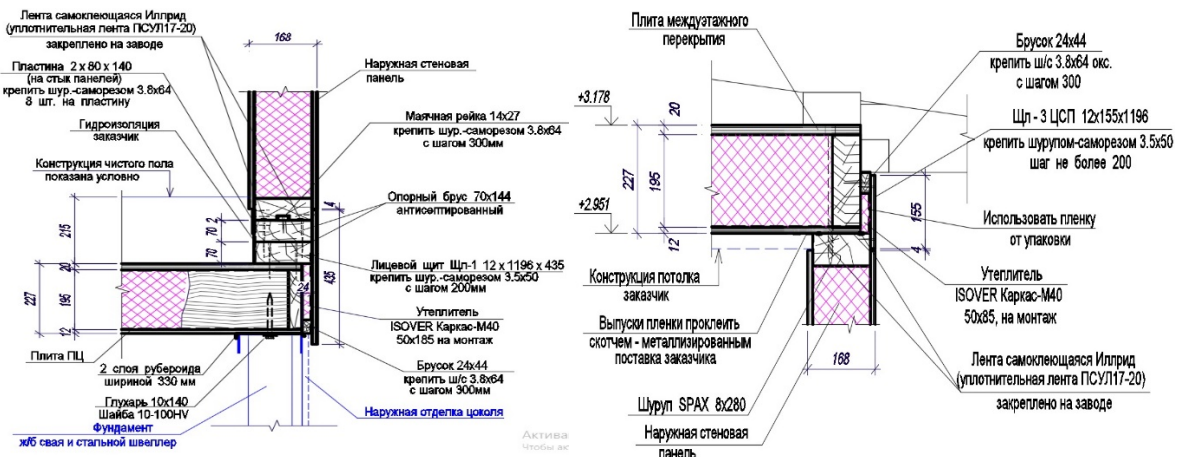


Рисунок 1 - Узлы примыкания стеновых панелей с цокольными и междуэтажными перекрытиями

Теплопотери сооружения напрямую зависят от качества соединения стеновых панелей каркасно-панельного дома к междуэтажным и цокольным панелям, так как именно в этих местах, а также в местах стыков с оконными блоками происходят максимальные потери тепла [1], [2]. Несмотря на заводское изготовление панелей здания, погрешность деревянных элементов может составлять какое-то допустимое значение, в нашем случае погрешность составляет 1 мм. Также при монтаже каркасно-панельного сооружения могут возникнуть погрешности, нарушение в конструкции. Следовательно, данный перечень «ошибок» может привести к увеличению «коэффициента погрешности монтажа».

Исследование мест с максимальными теплопотерями каркасно-панельного сооружения с выявлением неплотного соединения панелей и погрешности монтажа будем проводить при помощи лазерного дальномера, тепловизора Testo 875-2, термогигрометра Testo 605-H1, использования нормативной и технической литературы, расчётов с применением лицензионного программного обеспечения IRSoft, фотофиксации с использованием цифровой камеры [3].

Обследование при помощи данного оборудования позволяет выявить дефекты в стеновых панелях и в стыках между панелями, угловых стыках; участки повышенной эксфильтрации и инфильтрации в стыках между панелями или в заполненьях световых проемов и т.д.

В результате обследования будут определены места и размеры участков, где есть неплотность в соединении стеновых панелей с цокольными и междуэтажными панелями, а также в местах размещения оконных блоков [4].

Рассмотрим участки каркасно – панельного дома, исследуемого тепловизором Testo 875-2 (рисунки 2-6).

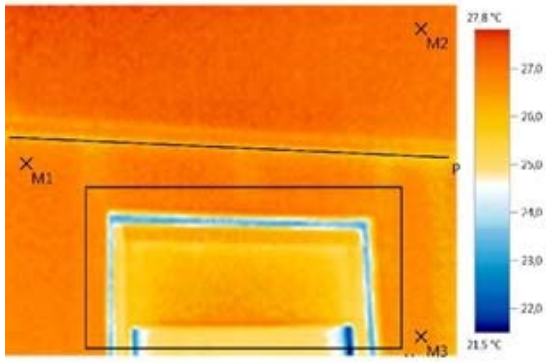


Рисунок 2 - Тепловизионное исследование. Фрагмент 1

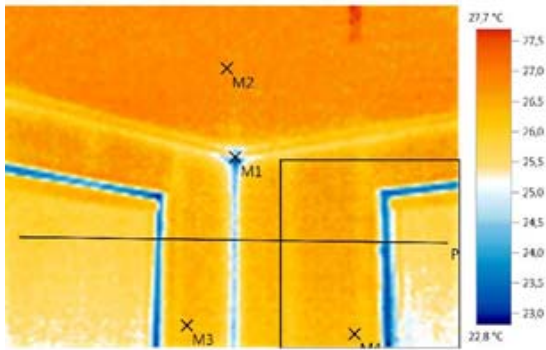


Рисунок 3 - Тепловизионное исследование. Фрагмент 2

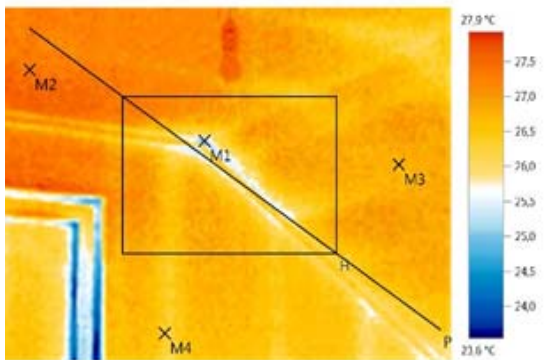


Рисунок 4 - Тепловизионное исследование. Фрагмент 3

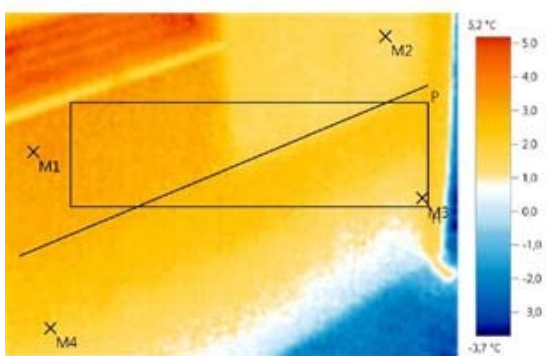


Рисунок 5 - Тепловизионное исследование. Фрагмент 4

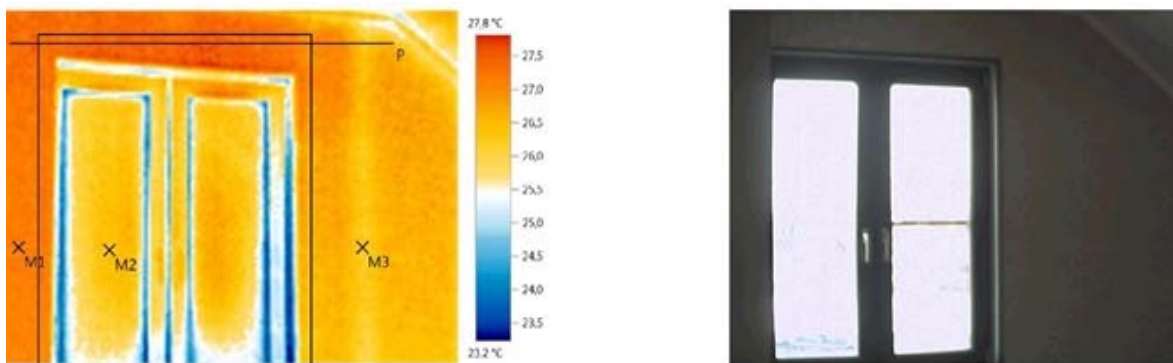


Рисунок 6 - Тепловизионное исследование. Фрагмент 5

По результатам тепловизионного обследования можно сделать выводы:

- Соединения стеновых панелей с цоколем не имеет тепловых потерь в виду качественного соединения стекловых элементов и точности монтажа сооружения;
- Примыкания стеновых панелей к междуэтажным панелям перекрытия и между собой имеют допустимые значения потерь тепла ввиду неплотного соединения между собой, а также несоблюдения качества монтажа элементов сооружения;
- В местах примыкания оконных блоков со стеновыми панелями имеются недопустимые теплопотери. Это свидетельствует о нарушении техники монтажа элементов конструкции.

Устранить данные неплотности невозможно, так как дом введен в эксплуатацию и на его реконструкцию будут потрачены значительные финансовые средства. Рекомендуется для поддержания комфортной внутренней среды внутри помещения поддерживать оптимальную температуру увеличением мощности котла отопления.

В целом: сооружение удовлетворяет всем теплотехническим нормам и правилам, имеет класс капитальности «В+». Это свидетельствует о том, что монтажные работы выполнены качественно. Работы по дополнительному утеплению сооружения проводить не нужно.

Список использованных источников

1. СП 50.13330.2012 «Тепловая защита зданий» - М.: Минрегион России, 2012.
2. В.П. Ярцев. Расчет теплопотерь каркасно-панельного дома с утеплением austrotherm и отделкой из цементно-шлакового раствора (статья) // В.П. Ярцев, В.А. Кузнецов. Строительные материалы, оборудование, технологии XXI века – 2020 - №1-2. – С. 54-57.
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 691.116

67.09.41 Древесина и строительные изделия из нее

ОЦЕНКА ТЕРМОСТАРЕНИЯ ДРЕВЕСНОВОЛОКНИСТЫХ ПЛИТ МЕТОДОМ ИК-СПЕКТРОСКОПИИ

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 описываются результаты ИК-спектроскопии древесноволокнистых плит после длительного воздействия повышенной температуры. В ходе исследования расшифрованы характерные полосы

поглощения, соответствующие деформационным и валентным колебаниям структурных связей в функциональных группах целлюлозы, лигнина и фенолформальдегидной смолы. Снижение интенсивности отдельных полос поглощения доказывает, что деградация химических и физических связей в древесном композите происходит по свободно-радикальному механизму. Полученные результаты полезны с точки зрения разработки методов повышения стойкости древесных композитов к воздействию эксплуатационных факторов, включая климатические.

Ключевые слова: древесноволокнистые плиты, ИК-спектроскопия, термоокисление, деструкция связей.

В последние годы строительная отрасль по всему миру всё больше ориентируется на использование древесины и изделий из неё. Об этом свидетельствуют уникальные примеры недавно построенных за рубежом многоэтажных деревянных зданий, а также появление новых отечественных и зарубежных нормативных документов, устанавливающих требования к проектированию подобных объектов. Индивидуальное малоэтажное строительство с применением древесных материалов также становится популярным. Для того, чтобы конструкции из древесины и композиты на её основе сохранялись в течение длительного времени, необходимо понимать процессы выветривания, вызванные воздействием большого числа эксплуатационных факторов, и затем разрабатывать эффективные методы обработки древесины и композитов, замедляющие их деградацию.

В работе сделана попытка обнаружить развивающиеся в период эксплуатации структурные изменения на химическом уровне в древесноволокнистом композите методом ИК-спектроскопии. Интенсификация процессов деградации в композите достигалась путем воздействия повышенной температуры в течение заданного времени, т.е за счет теплового старения.

Известно, что при производстве древесноволокнистых плит методом горячего прессования образование единой системы происходит в результате химического и физического взаимодействия древесных волокон и фенолформальдегидной смолы. Физическое взаимодействие заключается в переплетении волокон друг с другом и их уплотнении при прессовании, что приводит к образованию химических межволоконных связей [1].

Древесные волокна характеризуются развернутой поверхностью и имеют значительное количество гидроксильных, карбонильных и альдегидных групп, которые в ходе горячего прессования соединяются с такими же группами соседних древесных волокон [1].

В это же время фенолформальдегидное связующее входит во взаимодействие с функциональными группами древесных волокон и отверждается, образуя водородные, простые и сложные эфирные связи [1].

Под воздействием повышенной температуры в древесном композите протекают необратимые физико-химические превращения по свободно-радикальному механизму. Иницируется цепь разрывов химических связей, которые начинаются вблизи свободных углеводородных радикалов, поскольку прочность С-Н связи в 7 раз меньше, чем прочность скелетных С-С связей в полимере [2].

Образовавшийся свободный углеводородный радикал окисляется кислородом воздуха, превращаясь в нестабильный пероксидный радикал, который тут же по радикальному механизму отрывает атом водорода от соседней полимерной молекулы [2].

Все реакции, ведущие к образованию свободных радикалов, обратимы, и многие первичные макроалкильные радикалы воссоединяются внутри- или межмолекулярно, что ведет к ветвлению и сшиванию. Иногда это приводит к кратковременному улучшению свойств композита, но в итоге происходит снижение молекулярной массы и полная деструкция полимерных макромолекул [2].

Так, например, деструкция лигнина, входящего в структуру древесного волокна, всегда происходит через его конденсацию.

ИК-спектроскопия позволяет установить характеристики строения и свойства молекулярных соединений, определяемых природой и системой внутри- и межмолекулярного взаимодействия. Метод является информативным для исследования древесины и материалов на её основе [3].

ИК-спектры поверхности плит до и после теплового старения представлены на рисунке 1.

ИК-спектр древесноволокнистого композита достаточно сложен, поскольку представляет собой набор полос поглощения для целлюлозы, гемицеллюлозы, лигнина и фенолформальдегидного связующего, несмотря на то, что его содержание в плите невелико [4, 5].

После горячего прессования в поверхностном слое плит содержание свободных ОН-групп очень мало [4]. Тепловое старение приводит к деструкции поверхностной смоляной пленки, оголению древесных частиц и высвобождению связанных водородной связью ОН-групп целлюлозы, в результате чего появляется полоса в области 3750 см^{-1} . При этом значительно снижается интенсивность полосы 3330 см^{-1} , отвечающая за наличие связанных гидроксильных групп (рисунок 1).

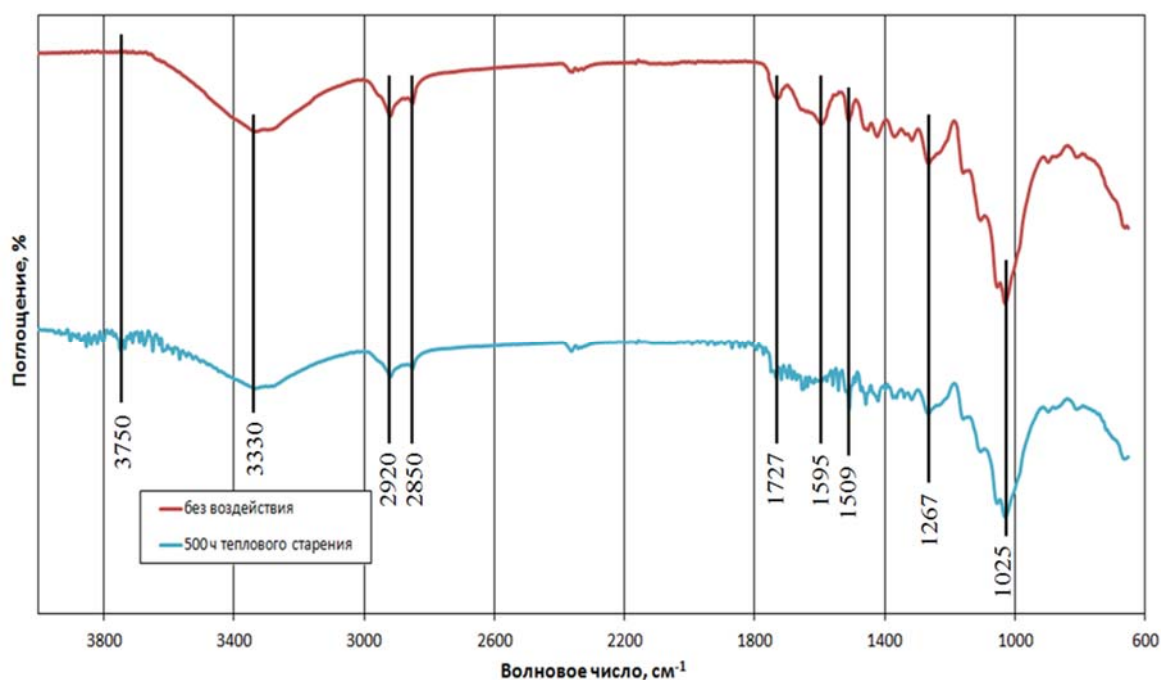


Рисунок 1 – ИК-спектры поверхности древесноволокнистых плит до и после теплового старения

Полосы поглощения 2920 см^{-1} и 2850 см^{-1} соответствуют валентным колебаниям метиновых и метиленовых $-\text{CH}_2$ и $-\text{CH}$ групп целлюлозы, лигнина и фенолформальдегидной смолы [6, 7]. В результате разрыва углеводородных C-H связей интенсивность полос также снижается.

В интервале $1800\text{--}1580\text{ см}^{-1}$ для исходного материала наблюдаются полосы, характерные для валентных колебаний связей в карбонильных и карбоксильных группах лигноуглеводного комплекса древесного наполнителя. Здесь же расположена полоса 1595 см^{-1} , соответствующая валентным колебаниям двойных C=C бензольных и ароматических связей лигнина [5-7].

В результате термоокислительных процессов происходит увеличение числа карбонильных групп, что приводит к появлению серии полос малой интенсивности. Уменьшение интенсивности полосы 1727 см^{-1} свидетельствует о деградации химических C-O-C связей в молекулярной структуре целлюлозы и гемицеллюлозы, а исчезновение полосы 1595 см^{-1} говорит о разрушении ароматических колец лигнина [5].

Стоит обратить внимание на полосу 1267 см^{-1} , интенсивность которой снижается из-за разрыва C-O связей в кольце лигнина [6].

В интервале $1200\text{--}1000\text{ см}^{-1}$ наблюдаются «отпечатки пальцев», т.е. наиболее характерные для целлюлозных материалов полосы с максимум при 1025 см^{-1} . Эти полосы обусловлены наличием ацетальных C-O-C и связей C-O в спиртах, эфирах и полисахаридах [5-7].

Снижение интенсивности определяющей полосы 1025 см^{-1} под длительным действием повышенной температуры связано с ослаблением углеродных связей в группах C-C и C-H в результате окисления лигнина и гемицеллюлозы, которые являются более реакционноспособными по сравнению с целлюлозой, и поэтому более подвержены разложению [2, 4, 6].

Для оценки глубины развития деграционных процессов по толщине плиты образцы изымались послойно. Толщина слоев принималась около $0,4\text{ мм}$ при общей толщине плиты $3,2\text{ мм}$. ИК-спектры отдельных слоев плит, подверженных старению, представлены на рисунке 2.

Видно, что тепловое старение инициирует деструктивные процессы не только на поверхности плиты, но и внутри композита. При этом характер спектров не изменяется с увеличением глубины отбора образцов. Смещение отдельных характерных полос поглощения вдоль оси волновых чисел также не наблюдается. Таким образом, можно смело утверждать, что разрушение связей по свободно радикальному механизму при длительном действии повышенной температуры происходит по всему объему плиты.

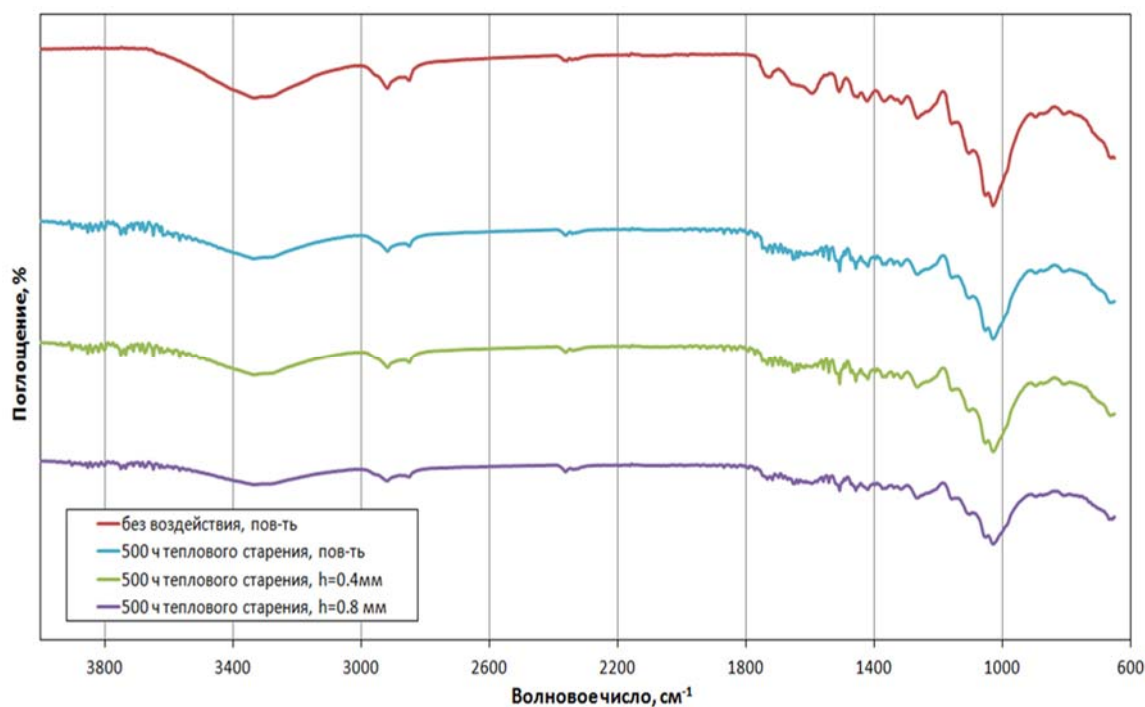


Рисунок 2 – ИК-спектры для поверхности и внутренних слоев ДВП после теплового старения

Результаты проведенного в инфракрасной области спектроскопического исследования позволили обнаружить «слабые» места в молекулярно-структурном строении древесноволокнистого композита. В свою очередь, это поможет в разработке современных методов повышения стойкости древесных композитов к действию эксплуатационных факторов, включая климатические.

Список использованных источников

1. Тришин, С.П. Технология древесных плит: учебное пособие. -3-е изд.-М.: ГОУ ВПО МГУЛ, 2007. – 188 с.
2. Клёсов А. Древесно-полимерные композиты. — СПб.: Научные основы и технологии, 2010. — 736 с.
3. Хвиузов С.С., Боголицын К.Г., Гусакова М.А., Зубов И.Н. Оценка содержания лигнина в древесине методом ИК Фурье-спектроскопии. *Фундаментальные исследования* - №9 – 2015 – с.87-90
4. Панов В.П. Технология производства древесноволокнистых плит средней плотности на фенолоформальдегидных связующих. Дисс... на соискание ученой степени к.т.н., - Москва, -1983, – 191 с.
5. Nicole M. Stark, Laurent M. Matuana. Characterization of weathered woodeplastic composite surfaces using FTIR spectroscopy, contact angle, and XPS*. *Polymer Degradation and Stability* 92 (2007) 1883-1890 (doi:10.1016/j.polymdegradstab.2007.06.017)
6. Азаров, В.И. Химия древесины и синтетических полимеров [Текст]/ В.И. Азаров, А.В. Буров, А.В. Оболенская// Учебник для вузов. СПб.: СПбЛТА, 1999.- 628 с.
7. Базарнова Н.Г., Карпова Е.В., Катраков И.Б. и др. Методы исследования древесины и её производных. Барнаул: Изд-во Алт. гос. ун-та, 2002.- 160 с.

ИЗМЕРИТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ ДВУХСЛОЙНЫХ ИЗДЕЛИЙ

Майникова Н.Ф. - профессор, **Гришин А.В., Горбунова А.Ю.** - аспиранты,
Овсянников О.А., Овсянникова В.А. - студенты
ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет»
e-mail: maynikova.nf@yandex.ru

Разработка устройств, предназначенных для неразрушающего контроля (НК) толщины низкотеплопроводных покрытий, актуальна, т.к. толщина слоя покрытия и равномерность его распределения на металлических изделиях различного назначения являются решающими факторами, влияющими на свойства изделия.

В основе известных способов теплового неразрушающего контроля положено тепловое воздействие на свободную поверхность покрытия исследуемого металлического изделия от линейного источника тепла. Реализация способов предусматривает равномерное начальное температурное распределение в объекте исследования. В данной работе представлены измерительная система (ИС) и реализуемый ею способ теплового неразрушающего контроля толщины покрытий на металлических изделиях с помощью круглого плоского нагревателя постоянной мощности. Нагреватель встроен в измерительный зонд (ИЗ) с контактной стороны. Распределение температуры на контактной поверхности покрытия контролируется термопарами. При включенном нагревателе фиксируется избыточная температура T^* объекта в центре контактной площадки зонда со свободной поверхностью покрытия и на расстоянии l от центральной оси. Подложка зонда выполнена из хорошего теплоизолятора, что обеспечивает снижение оттоков тепла в ИЗ.

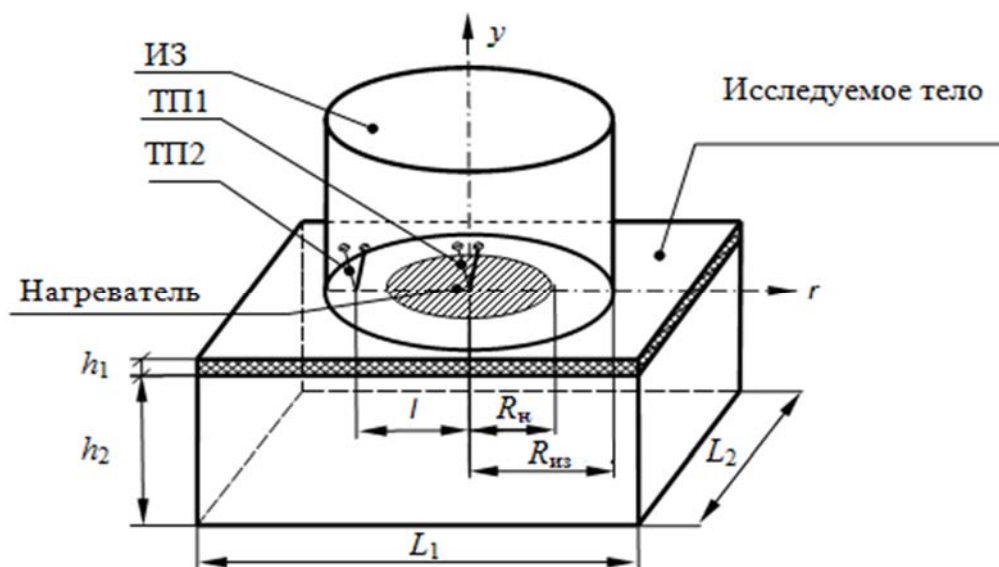


Рисунок 1 – Измерительная схема

Разработана математическая модель теплопереноса в двухслойном теле, описывающая изменения температурного поля, создаваемого действием плоского бесконечного нагревателя постоянной мощности, которая при регуляризации тепловых потоков применена в процессе работы ИС НК с круглым локальным нагревателем.

ИС реализует метод неразрушающего определения толщины тонкослойных низкотеплопроводных покрытий на металлах с повышенной точностью за счёт использования режима регуляризации тепловых потоков в локальном объёме исследуемого объекта.

Создано алгоритмическое обеспечение ИС, реализующее определение толщины покрытий на металлах с повышенной точностью по рабочим участкам термограмм, выделяемым с применением статистических критериев.

На основе обзора известных ИС для определения толщины покрытий и анализа известных методов НК разработано теоретическое обоснование, дано описание и получены расчетные зависимости теплового контактного способа, реализуемого ИС. Задача распределения тепла в системе математически решена для упрощенного случая, когда относительно тонкая низкотеплопроводная пластина находится в идеальном тепловом контакте с металлическим полуограниченным телом. Основные физические свойства сред представлены в решении в явном виде. Описания способов НК толщины низкотеплопроводных покрытий детально представлены в работах [1, 2].

Способы контроля реализуются ИС, в состав которой входят: персональный компьютер 12, встроенная в компьютер управляющая плата PCI-1202H, зонд, блок питания 9. Режим нагрева свободной поверхности покрытия нагревателем задаётся программно. Для этой цели в составе ИС предусмотрены: цифро-аналоговый преобразователь (ЦАП) 8, блок питания 9, контроллер 10, интерфейс 11 (рис. 2). Фиксируются значения температуры в плоскости контакта подложки ИЗ и свободной поверхности покрытия исследуемого тела: в центре и на расстоянии от центра. В персональный компьютер 12 сигналы с термопар 2 поступают через мультиплексор 3, усилитель 4, аналого-цифровой преобразователь (АЦП) 5, буфер обмена 6 и интерфейс 11. Контроллер 7 обеспечивает порядок опроса каналов. Диапазоны измерения (на каждом из каналов) также обеспечиваются контроллером 7. Активная стадия эксперимента и сбор информации происходят на стадии нагрева.

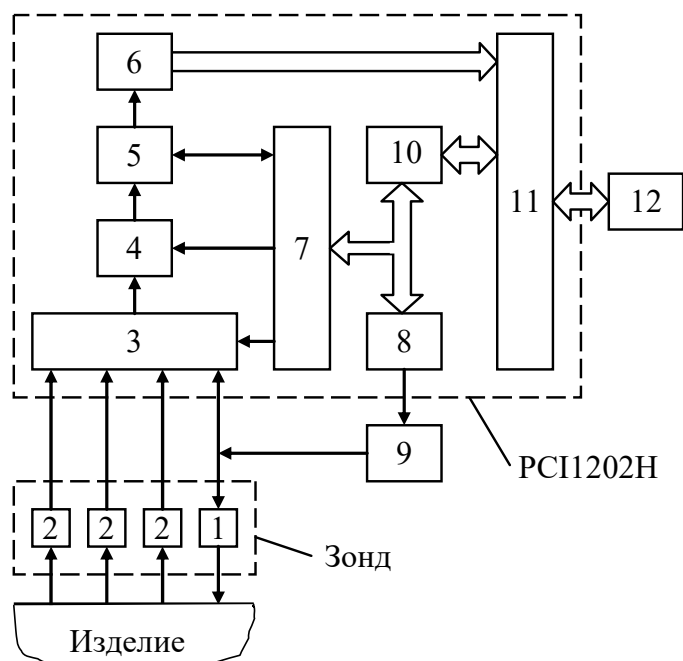


Рисунок 2 – Структурная схема ИС

Программное обеспечение (драйверы аппаратных средств PC-Card; пакет программ системного интерфейса PCI; операционная система Windows; библиотека ввода-вывода; язык программирования Object Pascal; программы пользователя, реализующие способы НК) позволяет: осуществлять управление напряжением, подаваемым на нагреватель; измерение, накопление и обработку информации; отображение информации в режиме реального времени в графической и цифровой формах (рис. 3).

Контроль за ходом эксперимента и обработка экспериментальных данных осуществляются по разработанным алгоритмам. Общий вид программного обеспечения ИС (результат измерений) представлен на рис. 3.

При практическом использовании ИС и способа порядок осуществления измерительных операций следующий.

1. Калибровка ИС по эталонному двухслойному полимерно-металлическому объекту с известными значениями теплопроводности и толщины покрытия.

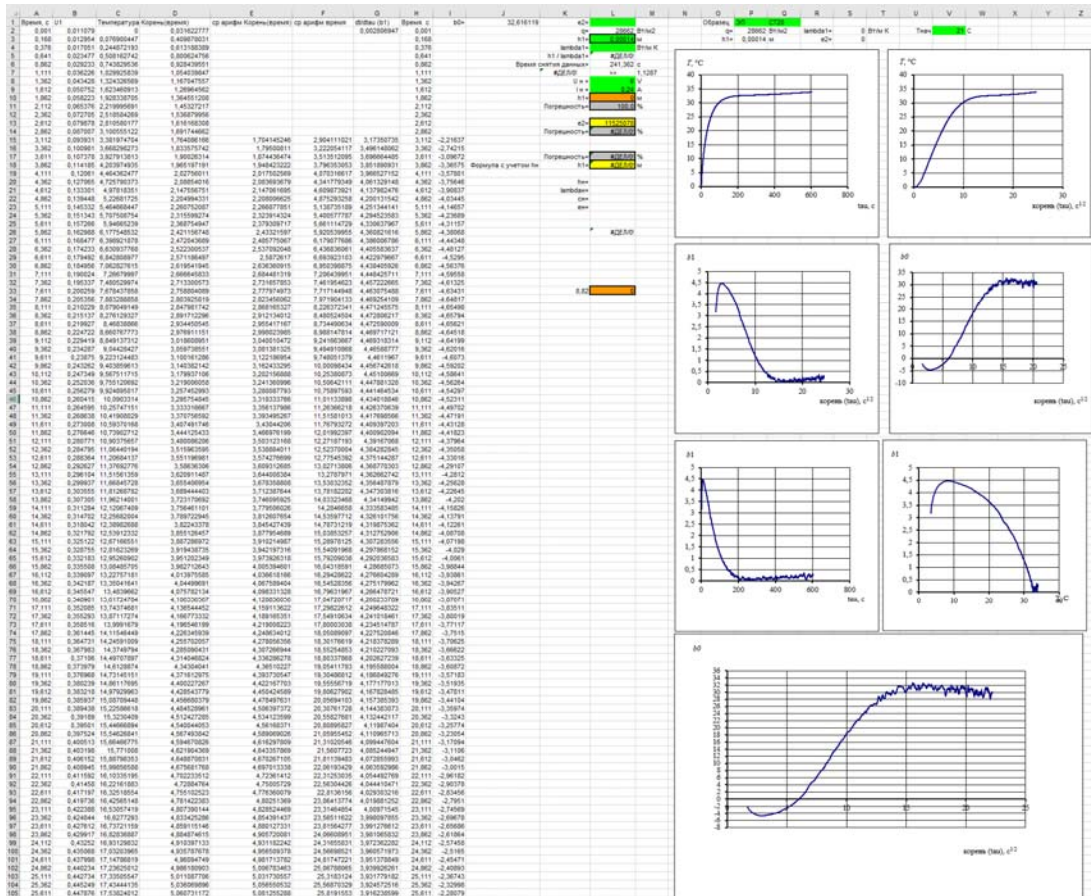


Рисунок 3 – Программное обеспечение ИС.

Для реализации этапа калибровки ИЗ устанавливают контактной стороной на поверхность эталонного объекта, подают напряжение на нагреватель, фиксируют температурный отклик, обрабатывают экспериментальную информацию в соответствии с математической моделью. Предусмотрено изготовление эталонного объекта, идентичного изделию с покрытием известной толщины, которая может быть найдена, например, с помощью разрушающих методов. Калибровка ИС по эталонному объекту предусмотрена для того, чтобы избежать погрешностей, вносимых в определение толщины покрытия неточностью значений теплопроводности объекта исследования и теплового потока.

2. Активная стадия эксперимента также проводится после реализации стадии термостабилизации системы. Создают тепловой контакт между нагревателем и двухслойным изделием, а также между термомприйником и изделием. В момент времени, соответствующий началу активной стадии эксперимента, на нагреватель подают постоянную электрическую мощность. Постоянная во времени величина теплового потока поддерживается с достаточной точностью.

3. Измерения значений температуры в точках контроля, пошаговые (текущие) обработки термограмм и построение температурно-временных зависимостей параметров математической модели выполняются на протяжении всей активной стадии эксперимента. На основе статистического критерия Дарбина-Ватсона определяют рабочий участок. Данный температурно-временной участок термограммы характеризуется регуляризацией тепловых потоков. В данном интервале наблюдаются условия одномерного распространения тепла. На этом интервале можно выделить рабочий участок, соответствующий локальной регуляризацией тепловых потоков в ограниченной зоне исследуемого объекта.

4. Производят вычисления коэффициентов модели, описывающих термограмму на рабочем участке.

5. Определяют толщину покрытия.

Математическое, алгоритмическое, программное и техническое обеспечения разработаны для стационарного и мобильного вариантов ИС, реализующих методы НК значений толщины тонкослойных низкотеплопроводных покрытий на металлических основаниях.

Показана возможность неразрушающего контроля значений толщины покрытий с помощью разработанной ИС. Экспериментальная проверка работоспособности ИС при термическом анализе двухслойных объектов, основания которых изготовлены из сталей различных марок; сплавов алюминия, а в качестве покрытий использованы эпоксидная, акриловая и полиуретановая эмали, показала, что погрешность определения толщины низкотеплопроводного покрытия на металлических основаниях – до 7% [3, 4].

Снижение систематической погрешности определения толщины защитного покрытия достигается ИС за счёт контроля за ходом термостатирования по разности температур двух точек плоскости контакта исследуемого изделия и эталонного тела. Так как эта разность фиксируется ИС в течение всего времени испытания, снижается влияние систематической погрешности, связанной с тем, что не всё время испытания образец можно считать полуограниченным.

Определение ИС рабочего участка термограммы и величины коэффициента математической модели на основании статистического критерия позволяет исключить влияние субъективного фактора при обработке термограмм по сравнению с прототипом.

Так как в предлагаемом способе используются не отдельные точки термограммы, а участки, то уменьшается случайная составляющая погрешности определения толщины исследуемого покрытия.

В ряде публикаций показано, что неразрушающий тепловой контроль значений толщины покрытий на металлических изделиях может быть реализован по разработанным алгоритмам с использованием разработанной ИС.

Список использованных источников

1. Обоснование метода исследования двухслойных материалов / Н.Ф. Майникова, И.В. Рогов, А.В. Гришин, Д.В. Трофимов // Цифровая трансформация в энергетике. Материалы Всероссийской научной конференции. – Тамбов: Тамбовский государственный технический университет, 2020. – С. 11–14.
2. Применение неразрушающего теплового контроля при исследовании полимерно-металлических изделий / Н.Ф. Майникова, А.Ю. Горбунова, Н.К. Калинина, К.А. Яковлева // Пластические массы, № 9-10. – С. 59 – 61.
3. Исследование точности определения толщины покрытия / Н.Ф. Майникова, А.В. Гришин, А.Ю. Горбунова, О.О. Иванов // Энергосбережение и эффективность в технических системах. Материалы VII Международной научно-технической конференции. – Тамбов: Тамбовский государственный технический университет, 2021. – С. 244 –245.
4. Исследование полимерно-металлических изделий тепловым неразрушающим способом / Н.Ф. Майникова, А.В. Гришин, А.Ю. Горбунова, О.О. Иванов // Энергосбережение и эффективность в технических системах. Материалы VII Международной научно-технической конференции. – Тамбов: Тамбовский государственный технический университет, 2021. – С. 246 –247.

УДК 721.012

55.20.19: Электрохимическая обработка

КОНСТРУКТОРСКИЕ РЕШЕНИЯ ПРИ УСОВЕРШЕНСТВОВАНИИ ОБОРУДОВАНИЯ ГАЛЬВАНИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Матрохин М.А.,

*ФГБОУ ВО “Тамбовский государственный технический университет”, магистрант,
e-mail: kafedra@mail.gaps.tstu.ru*

Крылов А.В.,

*ФГБОУ ВО “Тамбовский государственный технический университет”, магистрант,
e-mail: kafedra@mail.gaps.tstu.ru*

Храмцов В.В.,

*ФГБОУ ВО “Тамбовский государственный технический университет”, магистрант,
e-mail: kafedra@mail.gaps.tstu.ru*

Немтинов В.А.,

*ФГБОУ ВО “Тамбовский государственный технический университет”, доктор технических наук, профессор кафедры 'Автоматизированное проектирование технологического оборудования'
e-mail: kafedra@mail.gaps.tstu.ru*

Борисенко А.Б.,

*ФГБОУ ВО “Тамбовский государственный технический университет”, кандидат технических наук, доцент, преподаватель кафедры 'Автоматизированное проектирование технологического оборудования',
e-mail: kafedra@mail.gaps.tstu.ru*

В век «механизации» и «автоматики» ручные механизмы уступают автоматическим, в том числе электрическим, пневматическим, гидравлическим. Обезопасить, а также облегчить труд рабочего персонала – это первоочередная задача производства. Недостатки не обошли стороной и гальваническую промышленность. В данной статье представлена модернизация индивидуальных гальванических ванн

покрытия, а также инновационное решение последующей очистки воздуха, удаляемого из этих установок во время работы.

Модернизация установки покрытия насыпью (УПН)

Установка покрытия насыпью совмещает в себе гальваническую ванну со встроенным вращающимся барабаном, вентиляцией, выдвигаемым лотком, блоком электрических нагревателей, датчиками температуры и уровня, электромонтажным коробом и механизмом поднятия барабана для выгрузки.

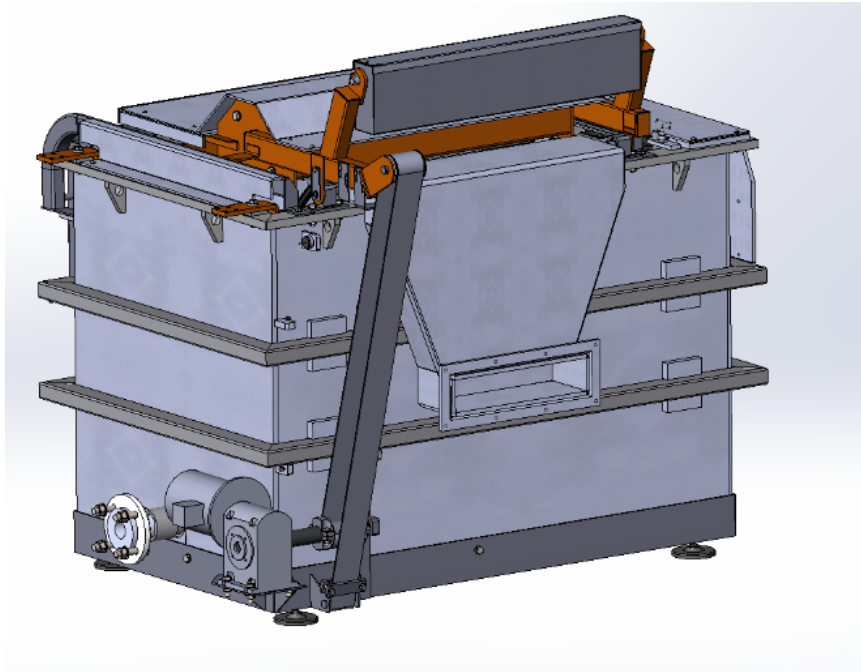


Рисунок 1 – Установка покрытия насыпью УПН

Предложение изменения ручного подъёма барабан, обуславливается в первую очередь быстротой и автоматизацией процесса, а также исключением физического труда при подъёме, довольно-таки не лёгкой конструкции, гальванического барабана с деталями. Что в свою очередь позволяет управлять установкой оператору не обладающим выдающимися физическими данными, например, женщине.

При использовании пневматической или гидравлической установок подъёма необходимо учитывать дороговизну устройств, а также наличие компрессорных установок для пневматики, и масло-станций для гидравлики.

Принцип подъёма барабана электроприводом заключается в процессе намотки ремня передачи на бобину по команде оператора, нажатием кнопки «подъём» на пульте стационарного блока, установленного на корпусе установки или отдельном шкафу - управления.

При завершении процесса цинкования оператор нажав кнопку на пульте даёт команду приводу поднять барабан, при этом не давая команды останавливать само вращение барабана внутри установки, что даёт деталям внутри барабана перемешиваясь стряхивать с себя капли раствора. По прошествии некоторого времени, приблизительно пары минут, оператор останавливает барабан в нависшем состоянии, для того чтобы подогнать лоток для выгрузки деталей.

На борту корпуса установки находится жёсткозакреплённая металлическая рама барабана. Также для обеспечения равновесия барабана на раме установлен противовес. Это способствует меньшему натяжению ремня при удержании рамы и барабана в горизонтальном положении. Рама поднимает и опускает барабан при помощи натяжения и ослабления ремня, поэтому чтобы стенка ванны не деформировалась во внутрь установки, при превышении максимального натяжения ремня на бабину, нужно остановить привод подъёма. Помимо ручной остановки (нажатие кнопки на пульте управления), страховкой на этот случай служат два датчика «занятости позиций». Которые настроены на контакт с металлическими «флажками» на верхнюю и нижнюю «контрольные» точки. При прохождении сигнала, на замыкание пластины с датчиком, отдаётся команда на остановку вращения привода подъёма.

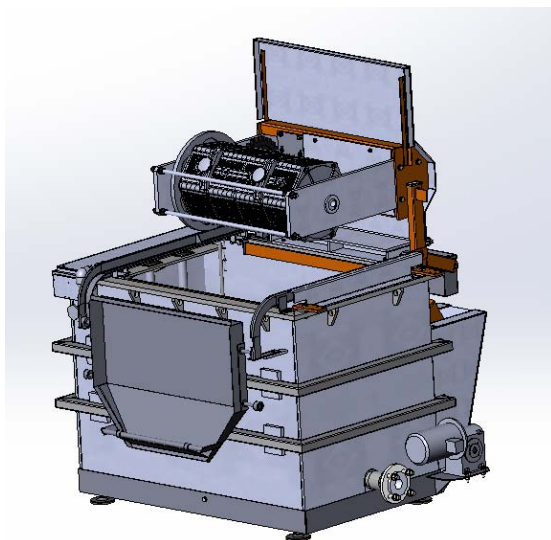


Рисунок 2 – Поднятый гальванический барабан установки покрытия насыпью

Модернизация пенного газопромывателя

Одним из недостатков пенных газопромывателей является работа в определенном режиме скорости газа от 1 до 2.3 м/с. Устранения этого недостатка возможно за счет внедрения дополнительного орошения в пенном газопромывателе. Запыленный поток будем пропускать через завесу распыляемой жидкости. При этом частицы пыли будут захватываться каплями промывочной жидкости, а очищенный поток удаляется из верхней части корпуса. Для дополнительного орошения будем использовать центробежные форсунки грубого распыла работающие под давление 0.3...0.4 Мпа и создающие капли требуемого размера. Применение таких форсунок позволяет работать на оборотной воде, содержащей взвеси. Из центробежных форсунок для наших условий подходят спиральные форсунки. Спиральные форсунки – простые, необычные и надежные распылители. Их еще называют пиг тейл (pig tail), поросичий хвост, винтовые форсунки и т.п. Форсунки со спиральным соплом, это универсальный разбрызгиватель для жидкостей, содержащих взвешенную фазу. К ключевым особенностям спиральных форсунок относят широкий и равномерный угол распыла (полный или полый конус), эффективное распыление вязких жидкостей и самое главное – абсолютная устойчивость к засорению. Конструкция формы распыла данных форсунок представляет собой сплошную спираль жидкости, вращающуюся внутри конического пространства.

Высокая устойчивость к закупоркам, делает эти распылители крайне востребованными, когда стоит задача мелко и равномерно распылить большой объем жидкости, в составе которой присутствуют взвешенные частицы (загрязнения). Также данные качества незаменимы в условиях, когда безопасность или надежность системы выходят на первый план.

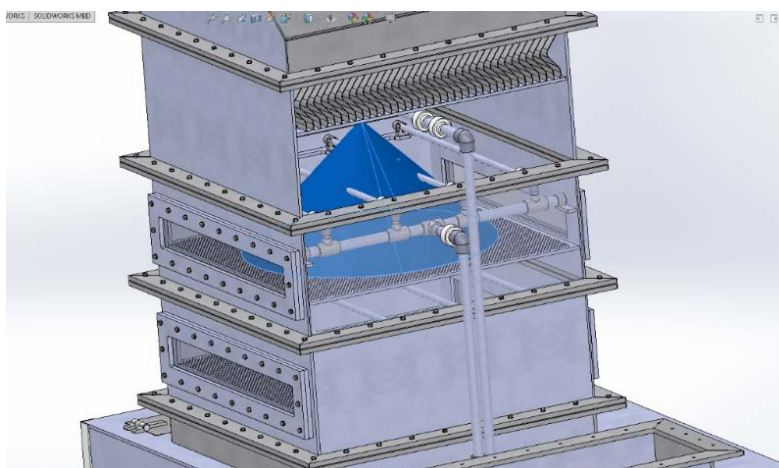


Рисунок 3 – Распыл форсунки пенного газопромывателя

Модернизация установки для химического никелирования

В качестве базовой установки была выбрана установка серии УХН (Установка Химического Никелирования) УХН-905М производства ОАО «НИТИ-Тесар», г. Саратов. Данные установки используются для химического никелирования деталей сложной конфигурации из углеродистых и коррозионно-стойких сталей, алюминия, титана, меди и сплавов на их основе. Особенностью конструкции данных установок является то, что технологические операции (нагрев раствора, нанесение покрытия, корректировка раствора, удаление механического загрязнения), осуществляются в одном объёме. Это позволяет сократить на 25% энергозатраты и производственную площадь в сравнении с другими установками. Корректировка рабочего раствора (поддержание концентрации никеля сернокислого, гипофосфита натрия и pH) осуществляется в процессе никелирования добавлением концентрата по заданной программе.

Однако конструкция и характеристики стандартной установки химического никелирования не удовлетворили заказчика по следующим причинам.

1. Конфигурация и расположение штуцеров трубопроводов, элементов управления и других ключевых элементов установки плохо вписывались в проектируемую гальваническую линию.

2. Для предотвращения протекания процесса химического никелирования на твердых частицах загрязнений, осевших на дне, в стандартной установке предусмотрено охлаждение дна ванны проточной водой (рабочая температура раствора находится в узком диапазоне 90-92С и при понижении температуры реакция не протекает). Однако заказчику дополнительно потребовалось наличие фильтра раствора.

3. Стационарные баки с корректирующими растворами и дозирующие насосы в стандартной установке расположены рядом на отдельно стоящем стенде, что неудобно для установки, работающей в составе гальванической линии.

4. Штанги для подвеса деталей на оригинальной установке располагались поперёк ванны, при этом заказчику требовалось продольное расположение.

Для удовлетворения требований заказчика и улучшения эксплуатационных и технических характеристик стандартной установки химического никелирования была проведена следующая модернизация:

1. Добавлена система фильтрации раствора с его последующим возвратом в ванну-реактор через форсунки. При этом система охлаждения дна реактора оставлена без изменений и в процессе эксплуатации заказчик может использовать либо фильтрацию раствора, либо охлаждение по своему усмотрению.

2. Один бак с корректирующим раствором (раствор аммиачной воды для повышения уровня pH раствора) и дозирующий насос были интегрированы в конструкцию ванны (их расположили непосредственно на раме установки и скрыли за панелями обшивки), так установка стала более компактной.

3. Кроме интегрированного стационарного бака для корректировки раствора по желанию заказчика добавлены передвижные ёмкости. В составе проектируемой гальванической линии планируется использование трёх установок химического никелирования. При этом передвижные ёмкости смогут обслуживать их все и оригинальные отдельно стоящие баки больше не требуются.

4. Оригинальная система встряхивания подвески на четырёх пневмоцилиндрах была переделана на два пневмоцилиндра, т.к. это упростило конструкцию рамы подвески, снизилась стоимость пневмошкафа и всего пневмооборудования в целом, упростилась наладка пневмооборудования. Были подобраны пневмоцилиндры с определенным усилием и нужным ходом.

5. Штанга подвеса деталей переделана на продольное расположение, при этом комплект для поперечного расположения штанги сохранён и при необходимости штанга может быть легко использован.

6. Все трубопроводы и пневмомагистрали проложены заново и целиком скрыты в корпусе установки, при этом имеются в обшивке установки имеются специальные окна для быстрого доступа к пневмоцилиндрам и магистралям воздуха.

Ниже представлены рис. УХН:

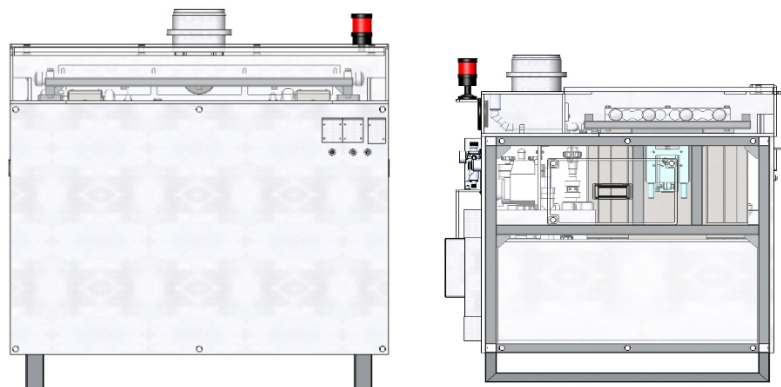


Рис. 4 - Установка химического никелирования УХН

Заключение. В данной работе авторами был выполнен анализ конструкторского решения усовершенствования гальванического оборудования. Рассмотрены принципы автоматизации привода установки покрытия насыпью, разработана конструкция дополнительного орошения, рассмотрена модернизация УХН под требования заказчика.

Список использованных источников

- 1 Лацинский, А.А. Основы конструирования и расчета химической аппаратуры / А.А. Лацинский, А.Р. Толчинский. Справочник»; ИЗД-ВО «МАШИНОСТРОЕНИЕ» Ленинград, 1970. 433 с.
- 2 Ильин, В.А Цинкование, кадмирование, оловянирование и свинцевание. Изд. 5-е, перераб. и доп. / В.А. Ильин – Л.: Машиностроение, 1983. – 87 с.
- 3 Окулов, В.В. Цинкование. Техника и технология / В.В. Окулов – М.: Глобус, 2008. – 252 с.
- 4 ГОСТ 12.3.002-2014 ССБТ. Процессы производственные. Общие требования безопасности». Электронный ресурс: https://allgosts.ru/13/100/gost_12.3.002-2014. Дата обращения: 03.11.2019.
- 5 Гавриленко В.А. Зубчатые передачи в машиностроении / В.А. Гавриленко - М. Машгиз, 1962 . 96 с.
- 6 Борисенко, А.Б. Иерархия задач аппаратурного оформления технологических систем многоассортиментных химических производств / А.Б. Борисенко, С.В. Карпушкин // Известия Российской академии наук. Теория и системы управления. 2014. № 3. С. 113 – 123.
- 7 Мокрозуб, В.Г. Постановка задачи разработки математического и информационного обеспечения процесса проектирования многоассортиментных химических производств / В.Г. Мокрозуб, Е.Н. Малыгин, С.В. Карпушкин // Вестник Тамбовского государственного технического университета. – 2017. № 2. С. 252-254.
- 8 Алексеенко Б.А Оборудование и эксплуатация пылеулавливающих установок/ А.М Барановский. Учебное пособие для рабочих профессий; НИИТЭХИМ, Москва, 1989. – 44 с.

УДК 625.042.35

73.31.11: Автомобильные дороги

МЕТОДЫ БОРЬБЫ С ПУЧИНООБРАЗОВАНИЕМ ПУТЕМ УСТРОЙСТВА ТЕПЛОИЗОЛИРУЮЩИХ СЛОЕВ В КОНСТРУКЦИИ АВТОМОБИЛЬНОЙ ДОРОГИ

Матвеева И.В.,

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

Ионов М.С.,

*ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», магистрант
«Городское строительство и автомобильные дороги»
e-mail: gsiad@mail.tambov.ru,*

На территории Российской Федерации наблюдается большое многообразие зон с различными климатическими особенностями. Одной из таких особенностей является способность к промерзанию грунта и пучинообразование, которое существенно влияет на надежность эксплуатации автомобильных дорог в районах с холодным климатом. Районы, относящиеся к I и II климатической зонам, занимают существенную часть территории РФ, следовательно, проблема морозного пучения и борьба с его последствиями является актуальной для множества регионов [1].

Под воздействием таких факторов внешней среды, как температура воздуха, атмосферные осадки, поверхностные и грунтовые воды в земляном полотне дороги формируется определенный водно-тепловой режим, от которого зависит прочность грунтов и устойчивость земляного полотна, прочность и долговечность конструкции дорожной одежды. В холодные периоды года происходит постепенное насыщение грунта земляного полотна парообразной, пленочной и капиллярной влагой. При замерзании в свободном пространстве грунта влага расширяет и разуплотняет его. Опасное воздействие изменения водно-теплового режима проявляется в снижении уплотненности почвы активной зоны, снижении прочности, появлению пучин в зимний период и просадок в весенний при активном оттаивании, появлению трещин, проломов на покрытии автомобильной дороги. В результате нарушение водно-

теплового режима земляного полотна влечет за собой снижение ровности покрытия, прочности дорожных одежд и, в конечном итоге, уменьшение фактической скорости движения и пропускной способности автомобильной дороги, т.е. ухудшение транспортно-эксплуатационных показателей [2].

Характер водно-теплового режима дорожной конструкции зависит от мощности источников увлажнения, характера перемещения влаги, скорости и продолжительности охлаждения земляного полотна. В связи с этим возникает необходимость повышения эксплуатационной надежности всей конструкции в течение года за счет направленного регулирования ее водно-теплового режима.

Для создания оптимального водно-теплового режима необходимо предохранение земляного полотна от переувлажнения за счет применения комплекса конструктивных, технологических и эксплуатационных мероприятий (см. рис. 1).

Наиболее перспективным методом в настоящее время является устройство в конструкции земляного полотна прослоек различного назначения: гидроизолирующих, дренирующих, капилляропрерывающих и теплоизолирующих.

Особое внимание в условиях холодного климата (в I и II дорожно-климатических зонах) при опасности пучинообразования следует уделять регулированию теплового режима земляного полотна, то есть устройству теплоизолирующих прослоек. Использование этого метода позволяет полностью предотвратить промерзание земляного полотна или обеспечить допустимую глубину промерзания по условиям влагонакопления и пучения. Для устройства теплоизолирующих слоев применяют материалы с более эффективными теплоизолирующими свойствами, чем у грунтов и обычных дорожно-строительных материалов [3, 4, 5].

В качестве традиционных материалов для устройства таких прослоек часто используют песчаные, укрепленные грунты II и III классов прочности и другие непучинистые материалы.

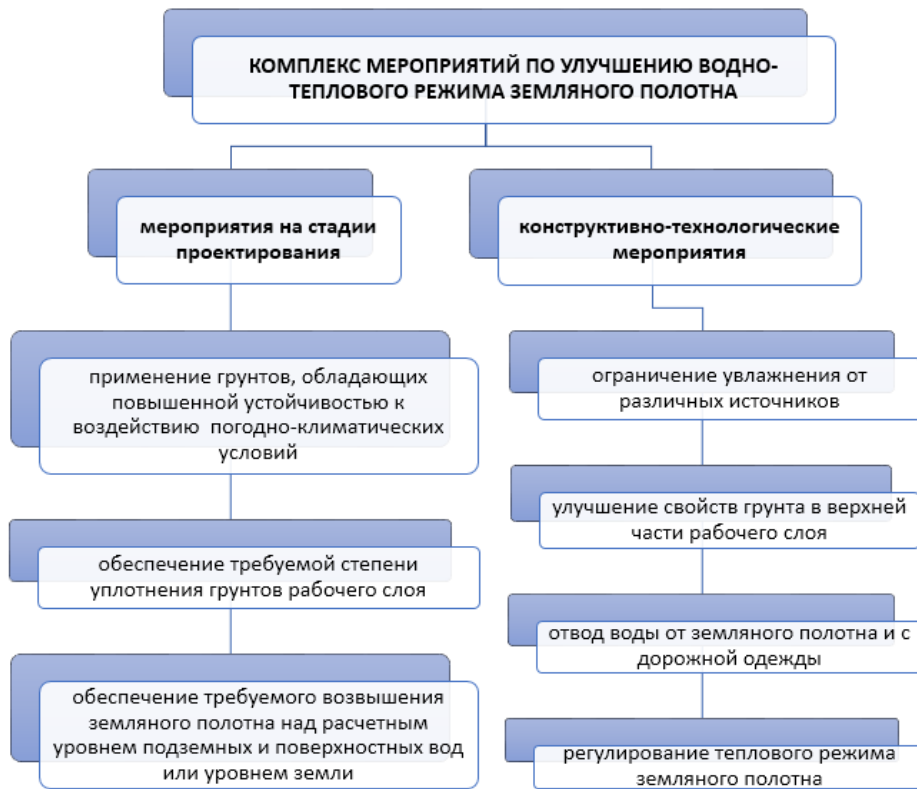


Рисунок 1 – Комплекс мероприятий по улучшению водно-теплового режима земляного полотна

При высоком уровне грунтовых вод с низким коэффициентом теплопроводности (менее 0,05 Вт/(м К)), например пенополистирол, позволяющий при небольшой толщине слоя (0.1-0.15 м) полностью предотвратить промерзание грунтов земляного полотна и уменьшить миграцию влаги в верхние слои рабочего слоя в зимний период, исключить морозное пучение грунтов (см. рис.2). Многочисленные исследования на участках дорог с использованием пенополистирольных плит в качестве теплоизолирующего слоя показали отсутствие промерзания грунта под утепляющим слоем [6, 7]. Отмечено также отсутствие сетки трещин на поверхности дорожной одежды, что доказывает эффективность применения подобных материалов для увеличения прочности и надежности дорожной конструкции.

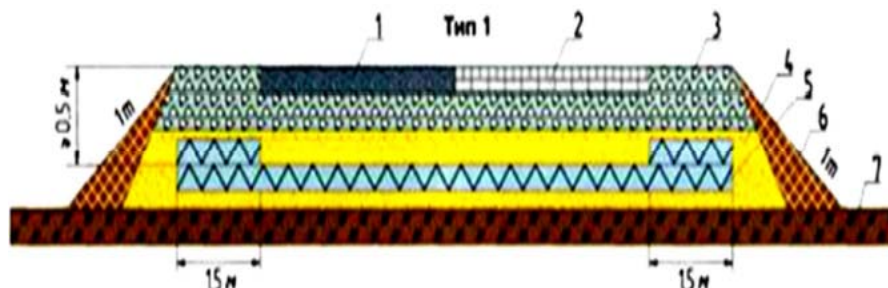


Рисунок 2 – Пример конструкции земляного полотна с применением экструзионного пенополистирола:
 1 - цементобетон; 2 - асфальтобетон двухслойный; 3 - щебень (гравий); 4 - песок;
 5 – пенополистирол «Styrofoam»; 6 - грунт насыпной; 7 - грунт естественный [8]

В некоторых случаях могут быть использованы легкие бетоны с заполнителем из перлита, аглопорита, керамзита и т.д.), которые способствуют снижению глубины промерзания земляного полотна и уменьшению неравномерности морозного пучения [9, 10].

Среди регионов, относящихся к I дорожно-климатической зоне, есть районы с высокой степенью солнечной радиации, в том числе и в зимний период. Например, в Бурятии и Забайкальском крае продолжительность солнечного сияния составляет более 2700 часов в год, что соответствует 117-120 суткам. В этом случае при продолжительности периода с отрицательными температурами более полугода необходимо учитывать совместное действие температуры наружного воздуха и солнечной радиации, способствующей более быстрому прогреву земляного полотна, а значит увеличению скорости его оттаивания [11].

Для прогнозирования пучинообразования в условиях холодного климата и разработки мероприятий по его предупреждению разработана компьютерная программа для учета нестационарных погодных условий при проектировании дорожной конструкции. Программа, написанная на языке MS VisualBasic в среде табличного процессора Exel, позволяет на основе вводимых исходных данных рассчитывать распределение температуры внутри конструкции дороги, выдавать данные о суточном изменении температуры внутри и на поверхности конструкции с учетом поступления солнечной радиации (см. рис.3). Особенностью программы является то, что изменение температуры в конструкции дороги представляется в виде периодического процесса, то есть при постоянном колебании температуры наружного воздуха температура в конструкции будет повторяться ежедневно.

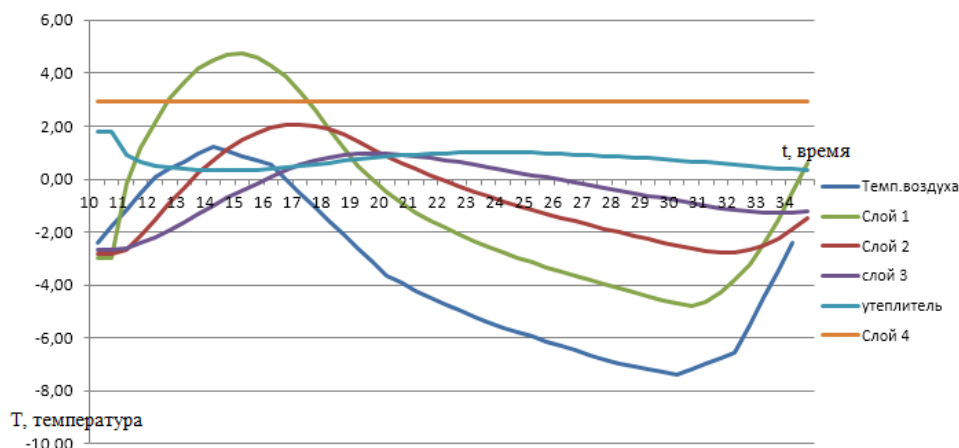


Рисунок 3 – Пример представления результатов расчета изменения температуры во времени по слоям конструкции дорожной одежды (теплоизолирующий слой из материала Пеноплекс - 6 см)

С помощью компьютерной программы возможно производить подбор оптимальной толщины теплоизолирующего слоя с учетом климатических показателей региона для исключения пучинообразования.

Список использованных источников

1. Ярмолинский В.А. Способы регулирования водно-теплового режима автомобильных дорог в I и II дорожно-климатических зонах / Ярмолинский В.А., Титаев Н.И., Жуков А.С. // Дальний Восток. Автомобильные дороги и безопасность движения. Международный сборник научных трудов. Под редакцией А.И. Ярмолинского. - Хабаровск, 2018. - С. 13-19.

2. Технология и организация строительства автомобильных дорог. Земляное полотно: учебник для студ. учреждений высш. проф. образования / В. П. Подольский, А. В. Глагольев, П. И. Пospelov; под ред. В. П. Подольского. — М. : Издательский центр «Академия», 2011. — 432 с.
3. Ярцев В.П. Физико-механические и технологические основы применения пенополистирола при дополнительном утеплении зданий и сооружений: учебное пособие / В. П. Ярцев, К. А. Андрианов, Д. В. Иванов. - Тамбов: ТГТУ, 2010. - 120 с.
4. Иванов Д.В. Исследование долговечности и теплофизических характеристик экструзионного пенополистирола в строительстве / Д.В. Иванов, К.А. Андрианов, В.П. Ярцев // Academia. Архитектура и строительство. - 2009. - №5. - С. 559-560.
5. Ярцев В.П. Прогнозирование долговечности экструзионного пенополистирола в дорожных конструкциях / В.П. Ярцев, Д.В. Иванов, К.А. Андрианов // Научный вестник Воронежского государственного архитектурно-строительного университета. Строительство и архитектура. - 2010. - № 3 (19). - С. 99-104.
6. Иванов Д.В. Определение долговечности экструзионного пенополистирола в конструкциях дорожных одежд / Д.В. Иванов, К.А. Андрианов, В.П. Ярцев // Academia. Архитектура и строительство. - 2010. - № 3. - С. 639-943.
7. Зарапин Ю.А. Экспериментальное исследование долговечности экструзионного пенополистирола «Техноплекс», применяемого в дорожном строительстве / Ю.А. Зарапин, К.А. Андрианов // Перспективы науки. - 2012. - № 4 (31). - С. 51-54.
8. Рувинский В.И. Пособие по устройству теплоизолирующих слоев из пенопласта Styrofoam на автомобильных дорогах России / В.И. Рувинский. – М.: Транспорт, 2000. - 71с.
9. Yartsev V.P. Predicting the durability of extruded foam polystyrene in road structures / V.P. Yartsev, D.V. Ivanov, K.A. Andrianov // Scientific Herald of the Voronezh State University of Architecture and Civil Engineering. Construction and Architecture. - 2012. - № 3 (15). - С. 58-64.
10. Крайний И.А. Применение инновационных материалов, повышающих срок службы автомобильных дорог / И.А. Крайний, В.А. Пакин, К.А. Андрианов // 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.
11. Емельянович В.В. Особенности водно-теплого режима дорожных конструкций в условиях Забайкалья / В.В. Емельянович, И.Г. Гордиенко // Актуальные вопросы строительства и эксплуатации зданий и сооружений в суровых условиях. Материалы III Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. Забайкальский государственный университет. - Чита, 2020. - С. 79-89.

УДК625.7/8

73.31.11 Автомобильные дороги

ВЫБОР МЕТОДА РЕГЕНЕРАЦИИ КОНСТРУКЦИИ ДОРОЖНОЙ ОДЕЖДЫ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ

Андрианов К.А.,

*Тамбовский государственный технический университет, к.т.н., доцент, заведующий кафедрой
«Городское строительство и автомобильные дороги»
e-mail: konst-68@yandex.ru*

Чиркина Е.А.,

*Тамбовский государственный технический университет, магистрант
e-mail: Murigovaelena@mail.ru*

Способы регенерации и повторного использования материалов дорожных одежд находят свое применение при реконструкции автомобильных дорог[1-3].

В переводе с латинского термин «регенерация» означает восстановление, возобновление, возмещение чего-либо в процессе обработки, развития, деятельности. Следует отличать понятия регенерация и ресайклинг. Регенерация подразумевает обязательное вторичное использование материала и восстановление его свойств. Применение ресайклинга не подразумевает восстановления утраченных свойств материала или усовершенствования асфальтогранулята. Полученный от фрезерования материал применяют в качестве основания дорог низших категорий, при отсыпке обочин и др.

Применяемые методы регенерации дорожной одежды, можно разделить на несколько групп:

- **Методы горячей регенерации.** При использовании данных методов применяют различные способы нагрева, разрыхления и улучшения свойств существующего асфальтобетона. Полученную смесь применяют в качестве покрытия;

- **Методы холодной регенерации.** При использовании данных методов отфрезерованный материал, подвергают обработке цементом или битумной эмульсией, с применением в качестве нижнего слоя покрытия;

- **Комбинированные методы (холодно-горячей регенерации).** При использовании данных методов отфрезерованный материал с добавлением щебня и битума, перерабатывают с подогревом в смесительной установке. Полученную смесь применяют в качестве покрытия.

Разогрев существующего асфальтобетонного покрытия является одной из основных операций при любом методе горячей регенерации. Необходимо обеспечить плавный разогрев обрабатываемого слоя асфальтобетона до температуры его переработки и при этом не перегреть вяжущее, которое при высокой температуре ухудшает свои свойства за счет испарения легких фракций и выгорает [4 – 10].

Способы выполнения работ по горячей регенерации асфальтобетонного покрытия при устройстве основания дорожных одежд:

- горячая регенерация асфальтобетонных покрытий для устройства оснований дорожных одежд без добавления нового материала. Данный метод следует применять для устройства основания из асфальтогранулобетонной смеси в случае, если толщина существующих асфальтобетонных конструктивных слоев позволяет получить слой основания проектной толщины, а также в случае, если асфальтобетонный гранулят не требует улучшения физико-механических характеристик;

- горячая регенерация асфальтобетонных покрытий для устройства оснований дорожных одежд с добавлением нового материала. Данный метод следует применять при необходимости улучшения физико-механических характеристик существующего растрескавшегося и состарившегося асфальтобетонного слоя или в случае, если суммарная толщина существующих асфальтобетонных слоев не позволяет получить слой основания проектной толщины. В качестве добавляемых новых материалов следует использовать скелетные материалы, органическое вяжущее, минеральное вяжущее или новую асфальтобетонную смесь;

- горячая регенерация асфальтобетонных покрытий для устройства оснований дорожных одежд с одновременной укладкой асфальтогранулобетонной смеси и устройством нового верхнего слоя асфальтобетонного покрытия. Данный метод следует применять в случае необходимости усиления существующих асфальтобетонных слоев, а также для улучшения качества существующего растрескавшегося и состарившегося асфальтобетонного слоя и для получения слоя основания проектной толщины.

Методы холодной регенерации заключаются в измельчении покрытия, посредством холодного фрезерования, введении в образовавшийся асфальтобетонный гранулят при необходимости нового скелетного материала, вяжущего и других добавок, перемешивании всех компонентов с получением асфальтогранулобетонной смеси. Полученную асфальтогранулобетонную смесь применяют в качестве конструктивного слоя с последующим уплотнением.

Наиболее значимой технологической операцией метода холодной регенерации является снятие и измельчение материалов существующего дорожного покрытия. Данные процессы обычно производят при помощи холодных фрез.

Метод холодного фрезерования может обеспечить послойное снятие существующего покрытия, таким образом, осуществлять разделение материала нижнего слоя из крупнозернистого асфальтобетона и верхнего слоя из мелкозернистого асфальтобетона с дальнейшим использованием в соответствующие конструктивные слои.

Толщина снятия существующего покрытия зависит от его состояния. Как правило, верхний слой покрытия снимают одним проходом фрезерной машины, после чего новое покрытие из одного или нескольких слоев укладывают на нижний слой.

Способы выполнения работ по холодной регенерации асфальтобетонного покрытия при устройстве основания дорожных одежд:

- холодная регенерация асфальтобетонного покрытия при устройстве основания дорожных одежд без добавления вяжущих. Данный метод следует применять в следующих случаях:

- при толщине существующих конструктивных слоев отвечающих требованиям проекта;

- при условии, что гранулометрический состав отфрезерованного материала соответствует требованиям проекта;

- при условии, что пластические свойства битума не были утеряны;

- холодная регенерация конструктивных слоев для устройства оснований дорожных одежд с добавлением вяжущих. Данный метод следует применять в случае невыполнения одного из требований:

- при толщине существующих конструктивных слоев отвечающих требованиям проекта;

- при условии, что гранулометрический состав отфрезерованного материала соответствует требованиям проекта;
- при условии, что пластические свойства битума не были утеряны;
- холодная регенерация конструктивных слоев дорожных одежд переходного типа для устройства оснований с добавлением вяжущих. Данный метод применяют в случае, когда фрезеруется материал, не укрепленный вяжущими.

Методы холодно-горячей регенерации (комбинированные методы) можно разделить на две группы:

- регенерация отфрезерованного материала на месте, с переработкой в передвижных смесительных установках;
- регенерация отфрезерованного материала с переработкой на асфальтобетонных заводах.

Метод холодно-горячей регенерации с переработкой отфрезерованного материала на месте выполняется при помощи специального комплекта машин. Передвижная асфальтосмесительная установка с сушильным барабаном является наиболее значимой машиной этого комплекта.

Переработку отфрезерованного материала, в городских условиях, обычно производят на асфальтобетонных заводах, с обеспечением более высокого качества регенерированного асфальтобетона.

Метод холодной регенерации дорожной одежды был применен при капитальном ремонте участка автомобильной дороги Р-208 «Тамбов – Пенза» на участке км 93+000 – км 100+000. Технологическая карта устройства основания методом холодной регенерации приведена на рис.1. Работы выполнялись в следующей последовательности:

- частичное фрезерование существующего асфальтобетонного покрытия;
- устройство верхнего слоя основания ХО 32 ЭМ: холодная органоминеральная смесь (от фрезерования существующего асфальтобетонного покрытия) на основе битумных эмульсий не более 4% и минерального вяжущего не более 4% для устройства оснований с номинальным максимальным размером зерен 32 мм, с добавлением не менее 30% нового материала щебня марки М800 по ГОСТ 32703-2014, по ПНСТ 306-2018 толщиной 20 см.

После регенерации основания было выполнено устройство покрытия из следующих слоев:

- асфальтобетон А 22НТ по ПНСТ 184-2016 выравнивающий слой;
- асфальтобетон А 22НТ по ПНСТ 184-2019 толщиной 7 см;
- щебеночно-мастичный асфальтобетон ЦМА-16 по ПНСТ 183-2019 на ПБВ 60, уложенный с помощью перегружателя толщиной 5 см.

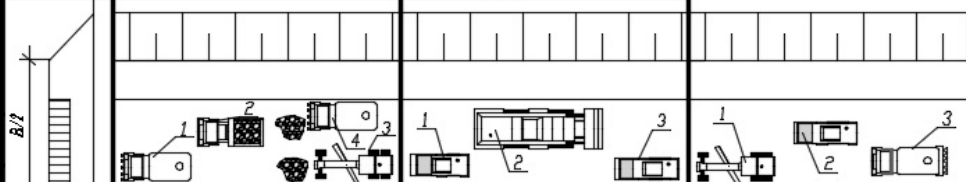
Наименование технологических процессов	1. Очистка покрытия от пыли и грязи универсальной машиной 2. Подвозка щебня, портландцемента, битумной эмульсии автосамосвалами и автоцистерной 3. Распределение и профилирование смеси автогрейдером	4. Подкатка смеси из щебня вибротрактом 5. Ресайклинг существующей дорожной одежды 6. Подкатка отфрезерованного материала комбинированным катком	7. Профилирование основания автогрейдером 8. Уплотнение основания катками 9. Увлажнение основания универсальной машиной 10. Розлив пленкообразующего материала автогаздронатором
Необходимые машины	1) Поливомоечная машина 6000 л 2) Автосамосвал 10 т 3) Автогрейдер 4) Автоцистерна	1) Каток дорожный самоходный грунтовой вибрационный массой 18 т 2) Регенератор-смеситель 3) Каток дорожный на пневмоколесном ходу массой 14,3 т	1) Автогрейдер 2) Каток дорожный на пневмоколесном ходу массой 14,3 т 3) Автогаздронатор
			

Рисунок 1 - Технологическая карта устройства основания методом холодной регенерации

Список использованных источников

1. Васильев, А.П. Строительство и реконструкция автомобильных дорог: Справочная энциклопедия дорожника (СЭД). Т. I / А.П. Васильев, Б.С. Марышев, В.В. Силкин и др.; Под ред. д-ра техн. наук, проф. А.П. Васильева. - М.: Информавтодор, 2005.
2. СТО НОСТРОЙ 2.25.158-2014. Стандарт организации. Автомобильные дороги. Горячая регенерация асфальтобетонных конструктивных слоев для устройства оснований дорожных одежд.

- Правила, контроль выполнения и требования к результатам работ" М.: АО "ЦИТП им. Г.К. Орджоникидзе", 2017.
3. СТО НОСТРОЙ 2.25.159-2014. Стандарт организации. Автомобильные дороги. Холодная регенерация конструктивных слоев для устройства оснований дорожных одежд. М.: АО "ЦИТП им. Г.К. Орджоникидзе", 2014.
 4. Зубков, А.Ф. Технология строительства и ремонта дорожных покрытий нежесткого типа с учетом температурных режимов асфальтобетонных смесей: монография // А.Ф. Зубков, К.А. Андрианов, А.И. Антонов, В.Г. Однолько. Тамбов: Изд-во ФГБОУ ВО «ТГТУ», 2017. - 316 с.
 5. 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.
 6. 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.
 7. Чиркина, Е.А. Способы технологии стабилизации и укрепления грунтов на автомобильных дорогах / Е.А. Чиркина, К.А. Андрианов // В сборнике: Современная наука: теория, методология, практика. Материалы 2-ой Всероссийской (национальной) научно-практической конференции. 2020. С. 178-181.
 8. The effect of modifying additives on the consistency and properties of bitumen binders / A. Plewa, P. S. Belyaev, K. A. Andrianov, A. F. Zubkov, V. A. Frolov // Advanced Materials and Technologies. – 2016. – № 4. – С. 35–40.
 9. Pakhomova, E.G. Influence of thickness and granulometric composition of granular asphalt on its strength characteristics when placing into the road pavement // E.G. Pakhomova, K. Andrianov, A. Zubkov, P. Monastirev // Journal of applied engineering science. Издательство: Institut za Istrazivanja i Projektovanja u Privredi Том: 18Номер: 2 Год: 2020. – Р. 192-197.
 10. Senibabnov, S.A. Method of development of technology for the device of road structures using asphalt granulate / S.A. Senibabnov, K.A. Andrianov, A.F. Zubkov // Russian Journal of Building Construction and Architecture. - 2020. - № 2 (46). - P. 51-70.

УДК 69.059.7

67.25.23: Реконструкция и восстановление городов и населенных мест

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТЕРРИТОРИЙ МАССОВОЙ ЖИЛОЙ ЗАСТРОЙКИ В КРУПНЫХ ГОРОДАХ

Матвеева И.В.,

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

Воротилина А.В.,

*ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», магистрант
«Городское строительство и автомобильные дороги»
e-mail: nelika98@icloud.com*

Процесс урбанизации в большинстве государств мира приводит к усилению роли городских поселений и постоянному росту их населения. По данным на 2019 год доля городских жителей в Российской Федерации составляет более 74%. Это приводит изменению характера и интенсивности городских процессов, к постоянному изменению требований населения городов к планировочной структуре. Кроме того, более 5% жилищного фонда страны ежегодно переходит в категорию ветхого и аварийного жилья, что неблагоприятно сказывается на качестве жизни населения. Согласно данным Фонда содействия реформированию жилищно-коммунального хозяйства в настоящее время в г. Тамбове насчитывается 164 аварийных дома, в которых проживает 2.5 тыс. человек. Причем более 50% аварийных и ветхих зданий построены до 2017 года, а некоторые из них являются объектами культурного наследия. Как правило, такие здания размещены в центральной и срединной частях города, и при попытках переселения их жителей в районы, расположенные на

периферии, возникает множество проблем экономического и социального характера, связанных с потерей сложившихся связей жителей с привычным местом проживания.

В этой связи, одними из ключевых целей национального проекта «Жилье и городская среда», реализуемого в РФ на период до 2024 года, является повышение комфортности городской среды и обеспечение устойчивого сокращения непригодного для проживания жилищного фонда. Достижение целевых показателей нацпроекта возможно при реализации проектов комплексной реконструкции городских территорий с учетом их эффективного использования.

В настоящее время в практике градостроительства существует две основных формы пространственного развития планировочной структуры города [1]:

- экстенсивное - территориальный рост города за счет освоения прилегающих к нему свободных территорий, а также поглощения сельскохозяйственных земель;

- интенсивное - использование внутренних резервов городской территории: уплотнение застройки, освоение неудобных и ранее неиспользуемых для застройки территорий; использование подземного пространства.

Первый путь развития наиболее распространен в российской градостроительной практике, хотя и имеет много существенных недостатков: увеличивается длина транспортных коммуникационных связей, возрастают затраты времени населения на передвижение к местам ежедневного притяжения, возникает необходимость в создании новой социальной инфраструктуры, отчуждаются пригодные для сельского хозяйства ценные земли. Именно такой путь развития города был выбран для Тамбова в начале 2000-х гг. Согласно действующему Генеральному плану, к 2030 году территория города вырастет на 1,7 тыс. га за счет включения в его состав новых территорий, расположенных в северной и северо-западной частях города. Уже сейчас интенсивное жилищное строительство без учета развития улично-дорожной сети приводит к возникновению неблагоприятной дорожной ситуации в пиковые часы [2]. Развитие социальной и бытовой инфраструктуры не успевает за темпами строительства жилья, что провоцирует социальную напряженность населения, проживающего на рассматриваемых территориях. В настоящее время ощущается существенный недостаток мест в детских дошкольных учреждениях, школах. Городские власти пытаются решить эту проблему за счет предоставления мест в других районах города, но большинство жителей это не устраивает.

В связи с этим на первый план выходит задача развития и реконструкции города за счет интенсификации использования городской территории, а именно поиск планировочных и технических решений по повышению эффективности использования территорий существующей застройки путем ее уплотнения. В настоящее время в г. Тамбове происходит существенное перераспределение площади функциональных зон. Например, в бывшей промышленной зоне в границах улиц Советская и Зои Космодемьянской разместились многоэтажный жилой комплекс «Тысяча квартир», а часть территории завода «Тамбовполимермаш» вдоль бульвара Энтузиастов отдана под жилой комплекс «Вернадский».

Сложившаяся на данный момент застройка Тамбова включает в себя большое количество разнообразных по своим характеристикам жилых зданий. Оценка имеющегося жилищного фонда города свидетельствует о необходимости принятия целого комплекса мер по улучшению городской среды путем сноса ветхих зданий и строительства на освободившихся территориях нового жилья, проведения целенаправленного капитального ремонта, выполнения работ по модернизации и реконструкции зданий. Достаточно большой объем в жилищном фонде Тамбова занимают здания малой (1-2 этажа) и средней (3-5 этажей) этажности. На отдельных участках города именно они определяют характер застройки. Такая ситуация объясняется тем, что на протяжении 50-х годов 20-го века характерным для Тамбова стало усадебное домостроение. Строго контролируемые местными органами власти площади жилищных участков и размеры строений формировали на городском плане новые кварталы плотной усадебной застройки. В настоящее время эта застройка занимает престижные места в центральной части города, не обладая при этом современными техническими и эстетическими качествами. Наличие в городе значительных участков городской территории, занятых одноэтажной застройкой, создает в настоящее время большие трудности в повышении качества застройки в целом [3].

Особое место в городе занимают территории, застроенные в период 60-х - 70-х 20-го века зданиями первых массовых серий. Планировка и застройка жилых рассматриваемых территорий формировалась из типовых четырех- и пятиэтажных зданий с ограниченным числом композиционных типов: замкнутый, полузамкнутый, строчный и клавишный, а также их комбинации. При незначительном физическом износе несущих конструкций дома имеют морально устаревшие планировочные решения квартир. Кроме того, однообразная архитектура зданий этого периода оказывает негативное влияние на формирование мировоззрения и психологического здоровья людей, не отвечает современным понятиям качества среды. Вместе с этим рассматриваемые городские кварталы, занимавшие когда-то периферийные территории, оказались в настоящее время близки к городскому центру. Они обладают развитой социальной инфраструктурой, имеют хорошую транспортную доступность, сложившееся озеленение,

сформировавшееся за несколько десятилетий. Таким образом, для повышения привлекательности жилья такого типа на вторичном рынке, а также для снижения объемов выбытия жилья по ветхости требуется модернизация или полная реконструкция жилых кварталов периода массовой застройки. Немаловажное значение в этом случае имеет также возможность повышения плотности застройки путем надстройки существующих зданий и пристройки к ним дополнительных объемов.

Возможность реконструкции жилой застройки в срединной части города определяется ее невысокой архитектурной ценностью, что позволяет улучшать планировочную и объемно-пространственную организацию территории, не оглядываясь на проблемы сохранения ценной исторической среды, так как формирование массовой жилой застройки велось в свое время на свободных территориях, без включения объектов культурного наследия. Размещение новой жилой застройки не всегда возможно на сложившихся территориях, вместе с тем, там имеются существенные резервы повышения плотности застройки.

При этом используются четыре основных градостроительных приема [4]:

- модернизация существующих зданий без увеличения плотности жилого фонда;
- реконструкция с увеличением плотности жилого фонда за счет надстройки, мансарды;
- реконструкция с увеличением плотности жилого фонда за счет пристройки и вставки новых объемов;
- увеличением плотности жилого фонда за счет комплексного применения ранее перечисленных приемов как с отселением, так и без отселения жителей в ранее возведенные пристройки и вставки с последующей реконструкцией расселяемого жилого дома.

Для выбора способов, повышающих плотность массовой жилой застройки в процессе проведения реконструкции, было выполнено обследование квартальной застройки вдоль ул. Мичуринской в Тамбове в границах улиц Лысогорская и Пушкинская. Предметом обследования являлись плотность жилой застройки, степень физического и морального износа жилых зданий, состояние благоустройства территории кварталов. Планировочные типы застройки – полузамкнутый и строчный. Анализ результатов проведенного обследования жилой застройки показал, что плотность жилой застройки в среднем на 10-15% ниже нормативных величин, устанавливаемых СП 42.13330.2016 «Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений», благоустройство дворовых территорий имеет существенные недостатки (наблюдается потребность в «гостевых» стоянках автомобилей, на некоторых дворовых территориях отсутствуют оборудованные детские площадки и места организованного сбора бытовых отходов), уровень транспортного шума в дневное время в районе улицы Мичуринской составляет 65-72 дБА, что существенно превышает допустимую для жилой застройки величину 55 дБА [5, 6]. Основу застройки обследуемой территории составляют 4-5-этажные жилые дома типовой массовой серии 1-447, т.е. застройка достаточно однообразна. Конструктивная схема зданий позволяет при модернизации получить в существующих габаритах здания квартиры, удовлетворяющие современным требованиям. В результате обследования жилой застройки было установлено, что физический износ большинства зданий не превышает 30%. Основные несущие конструкции зданий находятся во вполне удовлетворительном состоянии и имеют остаточный срок службы не менее 70 лет. Это позволяет использовать резервы несущей способности для увеличения их этажности [7].

В связи с этим, при реконструкции массовой застройки рассматриваемой территории возможно проведение следующих мероприятий: увеличение плотности жилой застройки за счет использования надстройки зданий на 1-2 этажа, увеличение ширины корпуса зданий с одновременной надстройкой до 9 этажей, строительство девятиэтажных зданий-вставок; благоустройство дворовых пространств современными средствами архитектуры и дизайна; организация «гостевых» автостоянок и мест хранения личного транспорта; проведение мероприятий по защите от шума на территории застройки (формирование замкнутого фронта зданий со стороны шумных улиц за счет зданий-вставок, устройство шумозащитных полос зеленых насаждений, создание в реконструируемых зданиях шумозащищенной планировки квартир). Улучшение жилой среды достигается за счет упорядочения структурной организации сложившейся застройки, модернизации опорного жилого фонда. Пример проектного предложения по реконструкции жилого квартала приведен на рис.1.

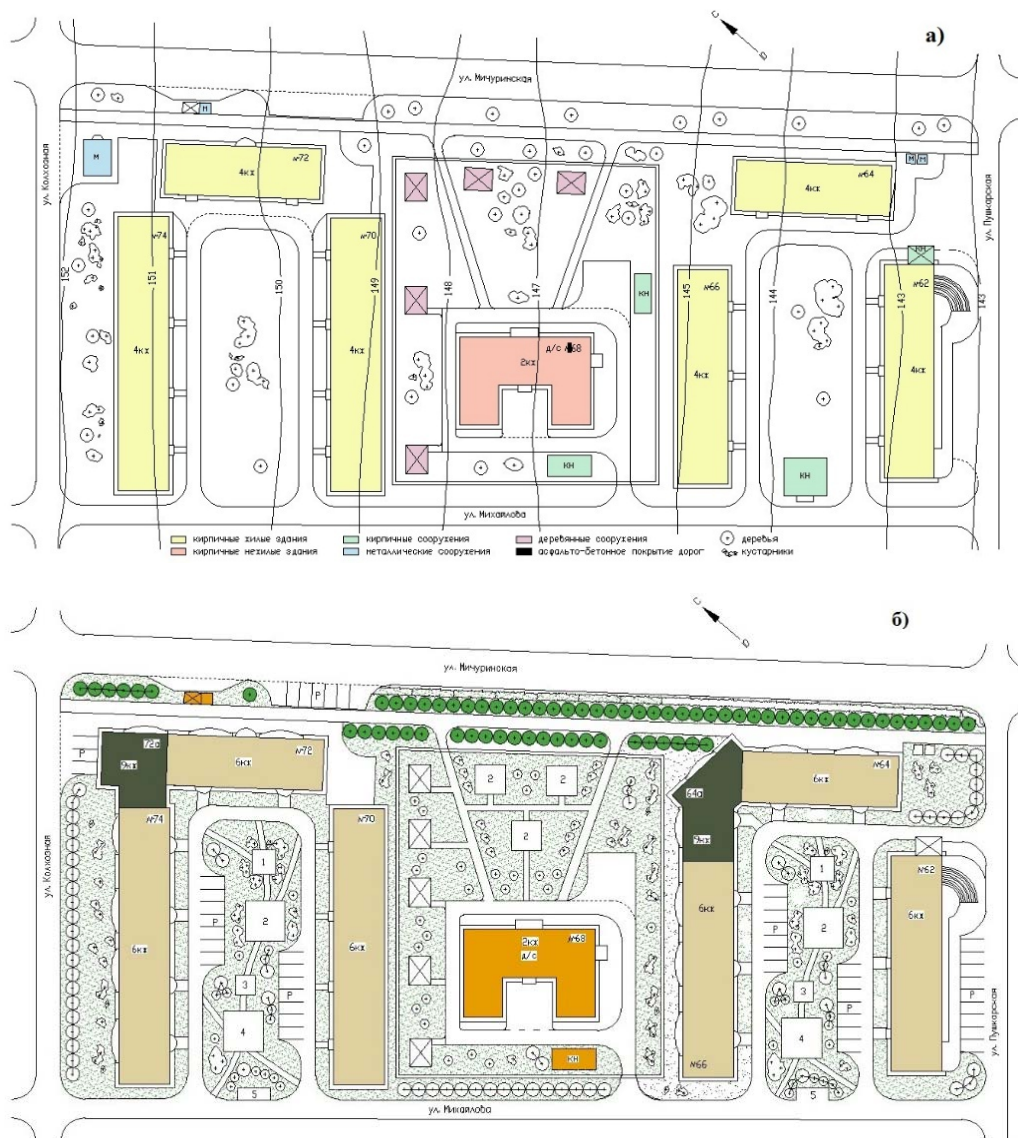


Рисунок 1 – Проектное предложение по реконструкции жилого квартала по ул. Мичуринской в границах ул. Пушкарская и ул. Колхозная: а) опорный план квартала до реконструкции; б) проектное предложение

Применение подобных градостроительных приемов на рассматриваемой территории позволило повысить плотность жилой застройки с 16 до 19%, а также увеличить плотность населения до 450 чел/га.

Очевидно, что выборочная реконструкция отдельных зданий не позволит решить проблемы развития существующей застройки [8]. Поэтому для создания комфортных условий проживания населения в районах массового строительства, а также для повышения привлекательности квартир на рынке вторичного жилья можно использовать концепцию комплексной реконструкции жилых кварталов массовой застройки, которая заключается в градостроительном подходе с учетом физического и морального износа жилых домов, а также градостроительной ценности участка застройки. Применение подобной концепции при реконструкции городской территории крупных городов позволит сократить расширение их границ на ближайшие 15-20 лет, что может существенно снизить затраты на развитие инженерно-транспортной инфраструктуры и обеспечить престижность преобразуемых комплексов.

Список использованных источников

1. Сосновский В.А. Планировка городов: учеб. пособие для архит. и строит. спец. вузов / Под общ. ред. Н.Н. Миловидова, Б.Я. Орловского, А.Н. Белкина. – М.: Высш. шк., 1988. – 104 с.
2. Крайний И.А. Предложения по развитию улично-дорожной сети г. Тамбова в условиях роста автомобилизации / И.А. Крайний, В.А. Пакин, Андрианов К.А. // Актуальные проблемы

- городского строительства. Сборник трудов Всероссийской научно-технической конференции. Под редакцией А.В. Гречишкина. 2019. - С. 143-146.
3. Жабина А.С. Градостроительные, экологические, социальные и технические проблемы исторической застройки Тамбова и пути их решения / А.С. Жабина, С.И. Серегин, А.А. Крюкова, В.И. Леденев // Устойчивое развитие региона: архитектура, строительство, транспорт. Материалы VII-ой Международной научно-практической конференции. 2020. - С. 129-132.
 4. Градостроительные основы развития и реконструкции жилой застройки. Научное издание. Под общей редакцией Ю.В. Алексева. – М.: Издательство Ассоциации строительных вузов, 2009. – 640 с.
 5. Андрианов К.А. Исследование влияния шума от автомобильного транспорта на городскую застройку в местах транспортных пересечений с учетом их уровня загрузки / К.А. Андрианов, И.В. Матвеева, О.О. Федорова // Транспортные системы Сибири. Развитие транспортной системы как катализатор роста экономики государства: междунар. науч.-практ. конференция. 2016. - С. 257-261.
 6. Сазонов Э.В. Экологические проблемы современного градостроительства / Э.В. Сазонов, В.И. Леденев, Г.Л. Леденева // Вопросы современной науки и практики. Университет им. В.И. Вернадского. 2016. - № 4 (62). - С. 53-60.
 7. Леденев В.И. Выбор способов усиления конструкций при реконструкции и капитальном ремонте зданий: монография / В.И. Леденев, П.В. Монастырев, И.В. Матвеева, К.А. Андрианов. – Тамбов: Изд-во Першина Р.В., 2016. – 97 с.
 8. Аленичева, Е.В. О современных организационно-технологических проблемах реконструкции в условиях городской застройки / Е.В. Аленичева, В.И. Леденев, П.В. Монастырев // Архитектура и время. 2010. - №1. – С.2.

УДК 692.412

75.29.31: Техническая эксплуатация и ремонт жилого фонда

ПРОБЛЕМЫ БОРЬБЫ С НАЛЕДЯМИ НА СКАТНЫХ КРЫШАХ В УСЛОВИЯХ УМЕРЕННОГО КЛИМАТА

Кожухина О.Н.,

*ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», доцент кафедры
«Городское строительство и автомобильные дороги»
e-mail:olga1463@yandex.ru*

Гусев И.Н.,

*ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», магистрант
«Городское строительство и автомобильные дороги»
e-mail:gsiad@mail.tambov.ru*

Бетин Г.В.,

*ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», магистрант
«Городское строительство и автомобильные дороги»
e-mail: betin.georgy@yandex.ru*

В зимний период в регионах с умеренным климатом при непостоянной температуре наружного воздуха регулярно происходит процесс замораживания-оттаивания снежной массы на покрытиях, который приводит к образованию сосулек на карнизных участках скатных крыш. Со временем эти наледи приобретают большие размеры, и, в силу своей тяжести, не могут удерживаться на карнизах крыш. Обрушиваясь, сосульки несут за собой повреждение кровельного материала, элементов водоотводящей системы, увлажнение и загрязнение фасадов зданий. Деформация кровли, в свою очередь, неизбежно влечет за собой дальнейшее нарушение эксплуатационных качеств несущих конструкций зданий (стен, фундаментов) и, как следствие, их разрушение [1]. Падение снежных масс, сосулек и ледяных глыб с карнизов крыш приводит не только к серьезным материальным потерям, но и представляет большую опасность для здоровья и жизни людей [2].

Несмотря на то, что официальной статистики травматизма, связанного с падением наледи с крыш, на данный момент не существует, есть информация, собранная Национальным центром по антиобледенению «Ледовый патруль». По данным «Ледового патруля» в 2019 году в результате схода с крыш

наледей и снежных масс погибло более 20 человек, травмы разной степени тяжести получило более 60 человек. Кроме того, повреждаются автомобили, козырьки, балконы, рекламные конструкции, что наносит серьезный экономический ущерб их владельцам.

В связи с тем, что крыши относятся к общедомовому имуществу многоквартирных домов, за их состоянием призваны следить управляющие компании, которые не всегда выполняют свои обязанности добросовестно. Для исключения образования ледяных глыб и сосулек необходимо своевременно производить очистку крыш от снега, регулярно наблюдать за состоянием системы водоотвода скатных крыш в зимний и ранневесенний периоды.

Вопросы формирования наледей на карнизных участках крыш и способы борьбы с ними широко рассмотрены как в отечественной литературе [3-4], так и в зарубежной [5]. Кроме того, разработаны патенты и авторские свидетельства, посвященные борьбе с образованием наледей на кровельном покрытии.

Применительно к скатным и плоским крышам с холодным чердаком указанные мероприятия можно разделить на два направления:

- борьба с уже существующими сосульками и наледями;
- мероприятия по исключению образования сосулек на крыше.

В настоящее время предложено большое количество разработок для борьбы с уже образовавшимися наледями и сосульками [6-8]. Они основаны на следующих принципах:

- подогревание водосточной системы;
- механизированные устройства по сбиванию сосулек;
- применение химических реагентов и теплой воды для борьбы с наледями на покрытии;
- устройства по предотвращению сосулек при помощи СВЧ-излучения и ультразвуковых волн.

Профилактические мероприятия по исключению образования наледей можно условно разделить на несколько групп:

- устройства для предотвращения образования наледей при помощи теплого воздуха, поступающего из вентиляционных шахт отапливаемых зданий, и подвода теплоносителей по системе шлангов к местам образования наледи и сосулек;
- устройства для сбора атмосферных осадков, соединенное с системой водоотведения с покрытия;
- устройство антиобледенительных элементов с самогреющимися кабелями вдоль карнизов кровель и в водоприемных воронках и водосточных трубах.

Анализ предлагаемых и уже существующих методов борьбы с сосульками и ледяными дамбами на крышах показывает, что практически все методы направлены на устранение последствий образования наледей, и только некоторые из них предлагают устранить причину наледей, не допускать поступления потоков талой воды на карнизный свес кровли и таким образом предотвратить образование ледяных дамб и сосулек. Убрать талую воду с рядовой кровли и настенного желоба, не дать ей превратиться в наледи и сосульки. Кроме того, вышеперечисленные методы при их реализации потребуют значительных затрат электрической энергии при обслуживании этих систем и материальных затрат на установку. При этом рассматриваемые мероприятия не устраняют самих причин образования наледей.

Одной из проблем эксплуатации скатных крыш, приводящей к образованию сосулек, является недостаточное вентилирование чердачного пространства. Активная вентиляция необходима для снижения избыточной влажности, а также для выравнивания температуры по всей поверхности крыши. Существенные нарушения тепло-влажностного режима наблюдаются на крышах с плотными кровлями и при расположении в чердачных помещениях вентиляционных коробов, трубопроводов отопления и горячего водоснабжения.

Современные системы вентиляции основаны на естественном движении теплого воздуха вверх. Поступление холодного воздуха идет снизу через продухи, выход осуществляется вместе с парами влаги через конек, а также через систему аэраторов. Входы для забора воздуха (продухи), закрываются перфорированными металлическими или пластиковыми решетками (софитами). Наиболее эффективна вентиляция при организации движения воздуха по всему подкровельному пространству. Для обеспечения притока и оттока воздуха, а также для усиления воздушного потока применяют вытяжные кровельные выходы - аэраторы или аэроэлементы.

Для предотвращения выпадения конденсационной влаги на нижней стороне кровельного покрытия следует стремиться не только к большой скорости движения потока воздуха в чердачном помещении, но также к меньшей разности температур между верхней и нижней поверхностями кровли [9]. Этого возможно достичь путем устройства надлежащей теплоизоляции и воздухопроницаемости конструкций чердачных перекрытий.

Проблемы эксплуатации скатных крыш характерны для зданий, являющихся объектами культурного наследия. Здания-памятники, как правило, имеют недостаточную теплоизоляцию чердачных перекрытий, что приводит к формированию в пространстве их чердаков неблагоприятного температурно-

влажностного режима. В результате интенсивной конденсации водяных паров и выпадения инея на внутренних поверхностях холодных кровель происходит ускоренный износ конструкций из-за гниения и коррозии материалов, снижение теплотехнических свойств чердачных перекрытий и, как следствие, вывод их из эксплуатации [10, 11].

Таким образом, помимо борьбы со следствием обледенения, для предотвращения образования наледей на вентилируемых покрытиях необходимо бороться прежде всего с причинами их образования.

Список использованных источников

1. Леденев В.И. Анализ причин дефектов и повреждений эксплуатируемых промышленных зданий (на примере предприятий Тамбовской области) / Леденев В.И. Научный вестник Воронежского государственного архитектурно-строительного университета. Строительство и архитектура. 2008. № 4(12). С. 53-57.
2. Андрианов К.А. Температурно-влажностный режим скатных чердачных крыш гражданских зданий в условиях умеренного климата г. Тамбова / К.А. Андрианов, И.В. Матвеева // Устойчивое развитие региона: архитектура, строительство, транспорт. Материалы международной научно-практической конференции, посвящённой 35-летию института архитектуры, строительства и транспорта Тамбовского государственного технического университета. 2014. С. 63-69.
3. Немова, Д.В. Реновация чердачных перекрытий как инженерно-техническое мероприятие по предотвращению образования наледей на крышах: науч. статья // Строительство уникальных зданий и сооружений. – СПб.: «Венчур», 2012. С. 87-90.
4. Черемисов К.М. Вопрос таяния снежного покрова на чердачных крышах / К.М. Черемисов, В.С. Антоненко, А.А. Панютин // Физико-технические и функциональные вопросы проектирования зданий ж/д транспорта: межвузовский сб. трудов Институты инженеров ж/д транспорта. Выпуск 600 Москва, 1978.
5. Tobassion W. Вентиляция чердаков для ликвидации сосулек на карнизах кровли / W. Tobassion, J. Buska, A. Greatorex // АВОК: Вентиляция, отопление, кондиционирование воздуха, теплоснабжение и строительная теплофизика. 2011. №3. С. 20-25.
6. Патент РФ на полезную модель № 105104. Автоматизированная система удаления наледи с крыш зданий «Умная крыша» / Кокин А.А.; патентообладатель ООО "Производственная компания «АТПП»; СПб., 2011.
7. Патент РФ на ИЗ №2320806. Агрегат очистки от наледи и спрессованного снега / Кравченко В.А.; патентообладатель Кравченко В.А.; Владимир, 2008.
8. Патент РФ на полезную модель №116878. Агрегат для уборки наледи и снега / Пак Ю.А.; патентообладатель Пак Ю.А.; М., 2012.
9. Тихонова М.А. Обеспечение стандартов «зеленого» строительства при реконструкции и капитальном ремонте здания переустройства совмещенных покрытий / М.А. Тихонова, И.В. Матвеева, Д.В. Шляпникова, О.Н. Кожухина // В. И. Вернадский: Устойчивое развитие регионов. Материалы Международной научно-практической конференции. 2016. С. 216-220.
10. Леденев В.И. Градостроительные, экологические, социальные и технические проблемы исторической застройки Тамбова и пути их решения / В.И. Леденев, А.С. Жабина, С.И. Серегин, А.А. Крюкова // Устойчивое развитие региона: архитектура, строительство, транспорт. Материалы VII-ой Международной научно-практической конференции. 2020. С. 129-132.
11. Леденев В.И. Проблемы оценки физико-технических характеристик ограждающих конструкций при мониторинге жилых зданий на стадии их возведения / В.И. Леденев, Е.В. Аленичева, И.В. Матвеева, С.И. Крышов // Научный вестник Воронежского государственного архитектурно-строительного университета. Строительство и архитектура. 2012. № 2(26). С. 16-22.

ЭКСПЛУАТАЦИЯ КОНСТРУКЦИЙ С КОРРОЗИОННЫМИ ПОВРЕЖДЕНИЯМИ

Толстой А.В.,

ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», магистрант,
lerionna@yandex.ru

Рассмотрены материалы обследования объектов ПО «Пигмент», Уваровского химкомбината, молокозаводов, мясокомбината, наружных опор и эстакад, балконов жилых зданий и др.

Техническое состояние конструкций, поврежденных коррозией:

- снижение прочности бетона и арматуры;
- нарушение совместности работы арматуры с бетоном;
- уменьшение геометрических размеров конструкции и сечений арматуры;
- неравномерные по длине и сечению изменения механических характеристик материалов и их геометрических параметров;
- ускорение во времени коррозионных процессов из-за появления и раскрытия трещин, структурных изменений бетона;
- снижение жёсткости конструкций и повышение динамических эффектов, например, амплитуды и частоты колебаний, приводящих к: росту перемещений конструкций, увеличению раскрытия трещин, повреждению узловых соединений, нарушению технологических процессов, заболеваниям работников;
- резкое снижение сроков службы, например, с пятнадцати лет до двух (монолитное ребристое железобетонное перекрытие на одном из цехов ПО «Пигмент»);
- повреждения и разрушения фундаментов и надземных частей зданий и сооружений.

Основные причины коррозионных разрушений и повреждений:

- систематическое вытекание технологических растворов из смесителей, подводящих систем, различных аппаратов при нарушении условия эксплуатации и подготовительных процессов;
- образование и размножение бактерий, микробов (биокоррозия), вызывающих разрушение бетона, арматуры, цементного раствора;
- повышение уровня грунтовых вод (подтопление территорий) – явления, возникающие практически повсеместно; грунтовые воды практически всегда агрессивны;
- недостаточная марка бетона по плотности и водонепроницаемости;
- низкое качество работ по устройству гидроизоляции, производству бетонных и каменных работ;
- резко отличающаяся долговечность материалов, например, гидроизоляции, железобетона и раствора;
- нарушение непроницаемости частей объектов вследствие недопустимых осадочных, усадочных, температурных деформаций;
- сочетание двух и более неблагоприятных факторов, например, замораживание – оттаивание, замачивание – высыхание;
- изменение гидрогеологических условий, вызванных строительством близкорасположенных зданий и изменением скоростей и направлений движения грунтовых вод; это приводит, например, к смешиванию растворов разных цехов предприятий, повышению скорости фильтрационных потоков;
- нарушение производственных процессов: на одном из молокозаводов, вода стекала в засыпку под полом, в течение длительного времени цементно-песчаный раствор между фундаментными блоками был разрушен, а вместо него находился грунт засыпки;
- влияние случайных факторов: вблизи одного из корпусов университета были изготовлены армированные бетонные цветники в виде массивных тумб, делали в одно время одни и те же рабочие с одного завода, но половина труб разрушилась с появлением многочисленных трещин и коррозии арматуры.

В технической литературе рассмотрены и такие виды коррозии [1,2]:

- химическая;
- электрохимическая;
- щелевая;
- точечная;
- межкристаллическая;
- эрозионная;
- под напряжением;
- солевая.

Решения, принимаемые при коррозионных повреждениях:

- конструкция не подлежит ремонту и её заменят;
- конструкцию усилили с установкой дополнительной арматуры и увеличением сечения, при необходимости;
- усиление конструкции металлическими профилями с передачей на них всей нагрузки, включая и вес поврежденной конструкции;
- ремонтно-восстановительные работы с постановкой элементов, регулирующих усилие в конструкции.

Выводы:

1. Основной причиной коррозионных повреждений и разрушений является нарушение проектных решений, требований и норм стандартов [3,4], низкий уровень производства и эксплуатации.
2. Своевременное проведение ремонтных работ, поддержание оборудования в исправном состоянии обеспечит требуемую надежность и долговечность несущих конструкций зданий и сооружений в целом.
3. Использование передовых технологических и конструктивных решений, эффективных методов контроля и мониторинга позволит резко сократить расходы на содержание объекта.
4. Оценка остаточного ресурса конструкции, поврежденной коррозией, очень приближена. В большем числе случаев целесообразно не ремонтировать, а заменить конструкцию.

Список использованных источников

1. Доровских, Д. В. Структура и свойства бетонных композитов, полученных с применением отсе-вов дробления без их обогащения и фракционирования / Д. В. Доровских // Строительство: новые технологии - новое оборудование. – 2018. – № 3. – С. 20-23.
2. Доровских, Д. В. Анализ состава, свойств и микроструктурных особенностей отсева дробления гранита как сырья для производства мелкозернистых бетонов / Д. В. Доровских // Устойчивое развитие региона: архитектура, строительство, транспорт : Материалы 2-й международной научно-практической конференции института архитектуры, строительства и транспорта Тамбовского государственного технического университета, Тамбов, 25 сентября 2015 года. – Тамбов: Издательство Першина Р.В., 2015. – С. 74-77.
3. СНиП 3.04.03-85 Защита строительных конструкций и сооружений от коррозии.
4. СП 385.1325800.2018 «Защита зданий и сооружений от прогрессирующего обрушения».

УДК 691.32

67.09.33: Бетоны. Железобетон. Строительные растворы, смеси, составы

**ИССЛЕДОВАНИЯ ВОДОЦЕМЕНТНОГО ОТНОШЕНИЯ РАЗЛИЧНЫХ
КОМПОНЕНТНЫХ СОСТАВОВ ЦЕМЕНТНОГО КОМПОЗИЦИОННОГО МАТЕРИАЛА С
ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ОТХОДОВ ПРОИЗВОДСТВА ЦСП**

Селезнев А.Д.,

*ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», аспирант кафедры
«Архитектура и строительство зданий»;*

*МАОУ СОШ №1 – «Школа Сколково - Тамбов», педагог дополнительного образования,
selezen95@yandex.ru*

Кузнецова Н.В.,

*ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», кандидат технических наук,
доцент, доцент кафедры «Архитектура и строительство зданий»;*

nata-kus@mail.ru

Ширяева Н.В.,

*МАОУ СОШ №1 – «Школа Сколково - Тамбов», ученик,
natasha.0.06@mail.ru*

Физико-механические характеристики цементных композиционных материалов в значительной степени зависят от следующих факторов: качества сырьевых материалов, компонентного состава смеси, технологии изготовления и водоцементного отношения (В/Ц) [1]. Особенно важно уточнять состав

смесей при использовании дополнительных, помимо вяжущего, заполнителя и воды, компонентов, в нашем случае таким компонентом являются высокодисперсные отходы производства цементно-стружечных плит (ЦСП) [2, 3]. Для изучения прочностных свойств цементного композиционного материала с использованием отходов производства ЦСП необходимо разработать и реализовать план экспериментальных исследований, который позволит установить зависимость физико-механических характеристик материала от его компонентного состава. Однако прежде всего необходимо уточнить водопотребности смесей, в состав которых входят отходы производства ЦСП различной фракции, так как минимальные значения В/Ц будут различными для смесей с разной долей содержания отходов.

Цель исследования: определить минимальные значения водоцементного отношения для различных компонентных составов растворяемых смесей, имеющих равную подвижность.

Основные задачи исследования:

- 1) разработать план экспериментального исследования;
- 2) выполнить экспериментальные исследования по определению минимальных значений водоцементного отношения для различных компонентных составов;
- 3) построить математическую модель зависимости минимального водоцементного отношения от компонентного состава смесей.

В соответствии с принятой целью исследования необходимо определить расход воды, для затворения смеси трех компонентов до состояния равной подвижности, W , кг на 1 кг массы сухой смеси всех компонентов (отклик Y_1), в зависимости от трех факторов, характеризующих долю в смеси выбранных компонентов твердой фазы: отходов ЦСП мелкой фракции (z_1), отходов ЦСП крупной фракции (z_2) и песка (z_3).

Количество цемента принималось постоянным в соотношении по массе 1 : 3 к заполнителю.

Эксперимент реализован в соответствии с симплекс-решетчатым планом типа «состав-свойство» для трех переменных, включающего $N = 7$ опытов (таблица 1) [4]. Этот план предусматривает определенный порядок реализации измерений и разработку математической модели в виде неполного полинома третьей степени для переменных z_1, z_2, z_3 :

$$\hat{Y}_i = a_1z_1 + a_2z_2 + a_3z_3 + a_{12}z_1z_2 + a_{13}z_1z_3 + a_{23}z_2z_3 + a_{123}z_1z_2z_3. \quad (1)$$

В каждой точке такого плана должно выполняться условие [4]: $z_1 + z_2 + z_3 = 1$.

Полученную по результатам измерений модель (1), предполагается использовать для ориентировочного выбора долей отходов ЦСП мелкой фракции (z_1), отходов ЦСП крупной фракции (z_2), песка (z_3) и воды (z_4) при проектировании четырехкомпонентных смесей цементных композиционных материалов по более сложному плану эксперимента.

Таблица 1

План эксперимента

№ точки	z_1	z_2	z_3	$z_{1\phi}$	$z_{2\phi}$	$z_{3\phi}$
1	1	0	0	100%	0	0
2	0	1	0	0	100%	0
3	0	0	1	0	0	100%
4	0,5	0,5	0	50%	50%	0
5	0,5	0	0,5	50%	0	50%
6	0	0,5	0,5	0	50%	50%
7	0,333	0,333	0,333	33%	33%	33%

После получения результатов испытаний и выполнения необходимых расчетов представляется возможным построить математическую модель водопотребности смесей в зависимости от факторов z_1, z_2, z_3 . В каждой точке плана выполнялись повторные измерения на трех образцах.

Цементный композиционный материал с использованием отходов производства ЦСП состоит из следующих компонентов: вяжущее – портландцемент марки М500; заполнитель – отходы производства ЦСП и песок; вода.

Отходы, образующиеся в процессе производства ЦСП, можно разделить на две группы: отходы мелкой фракции (рисунок 1а), которые составляют примерно 90 % от общего объема отходов; отходы крупной фракции (рисунок 1б) – 10 %. Гранулометрический состав отходов ЦСП приведен в таблицах 2 – 3.



Рисунок 1 – отходы производства ЦСП:
а) мелкая фракция; б) крупная фракция

Таблица 2

Гранулометрический состав мелких отходов

Остатки на ситах	Размеры отверстий сит, мм					Прошло через сито 0,16 мм
	2,5	1,25	0,63	0,315	0,16	
Частные, a_i , %	11,39	1,57	22,99	29,27	17,29	17,49
Полные, A_i , %	11,39	12,97	35,95	65,23	82,51	100

Таблица 3

Гранулометрический состав крупных отходов

Остатки на ситах	Размеры отверстий сит, мм					Прошло через сито 0,16 мм
	2,5	1,25	0,63	0,315	0,16	
Частные, a_i , %	40,99	5,48	10,44	15,67	14,36	13,05
Полные, A_i , %	40,99	46,48	56,92	72,58	86,95	100

Первая группа отходов образуется в процессе обрезки готовых плит в виде древесно-цементной пыли и поступает в системы очистки воздуха производственного помещения, а вторая группа представляет собой невостребованную сырьевую массу для производства ЦСП. Примечателен тот факт, что нет необходимости в сортировке данных отходов, так как они образуются на разных технологических этапах и складываются в отдельных бункерах.

В процессе изготовления цементно-песчаных смесей количество воды принималось в таком объеме, который обеспечивал равноподвижность растворов для выбранных составов во всех точках плана. Вода использовалась водопроводная.

Подвижность растворной смеси определялась в соответствии с ГОСТ 28013-98 «Растворы строительные. Общие технические условия».

По результатам экспериментальных исследований была построена математическая модель (2) зависимости минимальных значений водоцементного отношения для различных компонентных составов смесей в соответствии с планом. Графическая интерпретация модели представлена на рисунке 2.

$$\hat{Y}_i = 0,75z_1 + 0,6z_2 + 0,45z_3 + 0,1z_1z_2 - 0,2z_1z_3 - 0,1z_2z_3 + 0,62z_1z_2z_3. \quad (2)$$

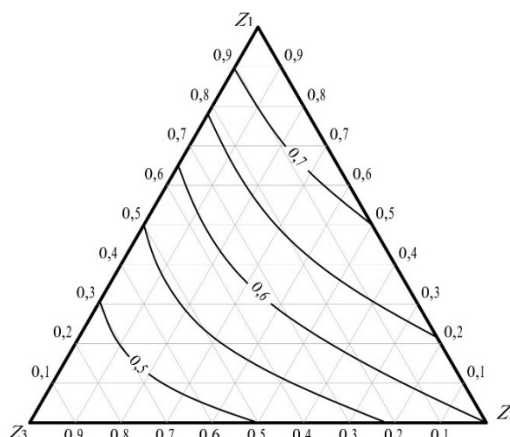


Рисунок 2 – Зависимость водоцементного отношения от компонентного состава смеси

Анализ полученной зависимости показывает, что наименьшее значение водоцементного отношения (0,45) наблюдается при максимальной доле песка ($z_1 = 0; z_2 = 0; z_3 = 1$), а наибольшее (0,75) – при максимальной доле отходов ЦСП мелкой фракции ($z_1 = 1; z_2 = 0; z_3 = 0$). Увеличение доли отходов приводит к увеличению водоцементного отношения, при этом скорость роста значения В/Ц тем больше, чем больше доля отходов ЦСП мелкой фракции (z_1).

Таким образом, по результатам выполненной работы можно сделать следующие выводы:

1) разработан и реализован план экспериментального исследования по определению минимальных значений водоцементного отношения для различных компонентных составов смесей цементного композиционного материала с использованием отходов производства ЦСП;

2) построена математическая модель зависимости минимального значения водоцементного отношения от компонентного состава.

Полученная зависимость может быть использована для дозирования воды в проектировании смесей с переменным составом компонентов по планам экспериментальных исследований физико-механических характеристик цементного композиционного материала с использованием отходов производства ЦСП.

Список использованных источников

1. Баженов Ю.М. Структура и свойства бетонов с наномодификаторами на основе техногенных отходов: монография / Баженов Ю.М., Алимов Л.А., Воронин В.В. – Министерство образования и науки Российской Федерации, ФГБОУ ВПО «Московский государственный строительный университет». Москва: МГСУ, 2013. – 204 с.

2. Кузнецова Н.В. Оценка возможности использования отходов производства ЦСП для цементных композитов. / Кузнецова Н.В., Езерский В.А. // Вопросы современной науки и практики. Университет им. В.И. Вернадского. 2016. № 2 (60). С. 38-51.

3. Ezerskiy V. Evaluation of the use of the CBPB production waste products for cement composites / Ezerskiy V., Kuznetsova N.V., Seleznev A.D. // Construction and Building Materials. Vol. 190, pp. 1117-1123.

4. Красовский Г.И. Планирование эксперимента / Красовский Г.И., Филаретов Г.Ф. – Мн.: Изд-во БГУ, 1982. – 302 с.

УДК 621.565.93/95

55.63.29 Пищевые машины и аппараты общего назначения

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЕПЛООБМЕННЫХ АППАРАТОВ В ПРОЦЕССЕ ЭКСТРАКЦИИ ЖИДКОЙ ДВУОКИСЬЮ УГЛЕРОДА БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ ИЗ РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ

Галкин П.А.,

*ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», доцент кафедры
«Механика и инженерная графика»
e-mail: paragam@inbox.ru*

Абрамов М.С.,

*ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», студент
e-mail: mikhail_abr37@mail.ru*

Ломакина О.В.,

*ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», доцент кафедры
«Механика и инженерная графика»
e-mail: lomakinaolga@mail.ru*

В настоящее время задача переработки растительного сырья с целью получения биологически активных веществ (БАВ) путём экстракции жидкой двуокисью углерода является актуальной задачей.

Экстракция - это процесс разделения смеси жидких веществ или извлечения жидкого вещества из твердого тела с помощью растворителя. Процесс экстракции основан на неодинаковой растворимости веществ в том или ином растворителе. Использование в качестве экстрагента жидкой двуокиси углерода имеет ряд преимуществ по сравнению с другими растворителями: возможность получать широкий спектр БАВ, которые находят применение в пищевой, парфюмерно-косметической и фармацевтической

отраслях промышленности; получаемые экстракты обладают бактерицидными и антисептическими свойствами, что позволяет продолжительное хранение [1].

В настоящее время, в связи с возросшей долей энергозатрат в себестоимости готового продукта, всё большую актуальность приобретает эффективное использование каждого узла технологического оборудования. Нами предлагается одно из решений задачи расчёта теплообменного оборудования предназначенного для установок экстракции БАВ жидкой двуокисью углерода из растительного сырья.

В данных процессах используют кожухотрубчатые теплообменники и теплообменники типа «труба в трубе», которые являются оптимальными с конструктивной точки зрения, поскольку экстракция протекает при высоких давлениях (6÷7 МПа) и невысоких температурах (15÷95 °С). Кожухотрубчатые теплообменники изготавливаются по образцу стандартных аппаратов с возможностью подключения нескольких секций для создания необходимой поверхности теплообмена [2]. Особенность расчёта теплообменников для данных процессов заключается в том, что экстрагент может находиться как в жидком, так и газообразном состоянии, что предполагает различные исходные данные и краевые условия для расчёта оборудования. Расчёт испарителей и конденсаторов ведётся как для задачи нестационарной теплопроводности и плоской стенки при которой температурное поле тела меняется во времени, то есть $t = f(x, y, z, \tau)$. В общем виде дифференциальное уравнение нестационарной теплопроводности имеет вид:

$$\frac{dt}{d\tau} = \frac{d^2\psi}{dx^2} + \frac{d^2x}{dy^2} + \frac{d^2t}{dz^2} \quad (1)$$

где t – температура стенки, °С; τ – время, с; α – коэффициент температуропроводности стенки, м²/с; x, y, z – координаты.

Для решения дифференциального уравнения нестационарной теплопроводности удобно пользоваться аналитическим методом с использованием критериев теплового подобия, соответствующих критериальным уравнениям и номограмм [3]. Система уравнений, описывающая процесс нестационарной теплопроводности плоской стенки имеет вид:

$$\alpha(t_r - t_{c1}) = \lambda \frac{dt}{dx} \quad (3)$$

Используя данную систему уравнений можно найти критерии теплового подобия согласно общему методу. Записываем систему дифференциальных уравнений для двух подобных процессов. Для подобных процессов находим коэффициенты подобия в виде:

$$\frac{t^{11}}{t^1} = k_t, \quad \frac{\tau^{11}}{\tau^1} = k_\tau, \quad \frac{\alpha^{11}}{\alpha^1} = k_\alpha, \quad \frac{\lambda''}{\lambda'} = k_\lambda, \quad \frac{x''}{x'} = k_l, \quad \frac{\alpha''}{\alpha'} = k_\alpha.$$

Величины, входящие во второе уравнение, выразим через величины первого уравнения, таким образом все уравнения выражены через одни переменные. Эти переменные будут определяться из обоих уравнений одинаково в случае их тождественности. Условие тождества:

$$\frac{k_t}{k_\tau} = k_\alpha \frac{k_t}{k_l^2}; \quad k_\alpha k_t = k_\lambda \frac{k_t}{k_l}.$$

Заменив коэффициенты подобия соответствующих параметров получим критерий Фурье:

$$\frac{a_\tau}{l^2} = const = F_0 \quad (4)$$

Для рассматриваемого случая $l = \delta$, тогда $F_0 = \frac{a\tau}{\delta^2}$. Аналогично получаем выражение для критерия Био: $\frac{al}{\lambda} = const = Bi$. Функциональная зависимость для температурного поля выражается в виде:

$$\theta = \frac{t_r - t}{t_2 - t_6} = f\left(F_0, Bi, \frac{x}{\delta}\right). \quad (5)$$

Температуры поверхностей стенки являются функциями критериев Фурье и Био, и могут быть найдены из номограмм, приводимых в справочниках [3]. Применив данный метод для расчёта теплообменного оборудования экстракционного модуля, мы получили следующие теплофизические характеристики теплообменных аппаратов (таблица).

Таблица 1

Теплофизические характеристики теплообменных аппаратов

Тип аппарата	Тепловая мощность, кВт	Расход экстрагента, кг/час	Расход воды, кг/час	Площадь поверхности теплообмена, м ²	Тепловая эффективность, кВт/м ²
Конденсатор (кожухотрубный)	1,8	45	2000	2,5	0,72
Конденсатор (змеевиковый)	0,6	13	200	0,15	4
Испаритель (кожухотрубный)	1,8	45	1000	0,6	3
Испаритель (труба в трубе)	0,7	13	200	0,01	70

Изготовленное на основании полученных теплофизических характеристик оборудование успешно использовалось в экстракционных модулях.

Список использованных источников

1. Касьянов, Г.И. Итоги научных исследований обработки растительного и животного сырья диоксидом углерода / Г.И. Касьянов // Известия высших учебных заведений. Пищевая технология. – 2007. – № 3 (298). – С. 79-82. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/itogi-nauchnyh-issledovaniy-obrabotki-rastitelnogo-i-zhivotnogo-syrya-dioksidom-ugleroda> (дата обращения: 22.03.2021).
2. Шлюндер У. Справочник по теплообменникам : [Текст] В 2-х т. Т. 1 / Пер. с англ. под ред. О.Г. Мартыненко и др. – М.: ЭнергATOMиздат, 1987. – 560 с: ил.
3. Кордон, М.Я. Теплотехника [Текст] : учебное пособие / М.Я. Кордон, В.И. Симакин, И.Д. Горешник. – Пензенский государственный университет, 2005. – 167 с.

УДК 692.412

75.29.31: Техническая эксплуатация и ремонт жилого фонда

ПРИРОДНО-КЛИМАТИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ЭКСПЛУАТАЦИИ ЗДАНИЙ В ИРАКЕ

Аль Шеклей Омар Али Камиль,

*ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», магистрант
e-mail: omarak420@gmail.com*

В последние годы в странах Ближнего Востока приоритетной задачей является повышение энергоэффективности общественных зданий, которая способствует оптимизации имеющихся энергоресурсов, поддержке экономического роста и уменьшению затрат на энергию. Несмотря на неравномерный характер энергопользования, различия в политическом и социальном укладе, неоднородность экономических и культурных условий, наличие разнообразных препятствий, факторов, влияющих на формирование энергосберегающей архитектуры, многие страны региона заинтересованы в реализации проектов эффективного использования энергии. Большинство арабских стран сталкиваются с проблемами низкой энергоэффективности, в то время как в их экономике заложены огромные резервы повышения энергоэффективности и экологичности [1]. Качественно решить задачу экономии энергетических ресурсов, идущих на эксплуатацию зданий, можно только при системном подходе к энергосбережению [2-11].

В Республике Ирак отсутствуют национальные строительные стандарты, плохо развит строительный комплекс, существуют противоречия между национальными приоритетами, направлениями и инновационными инженерными технологиями, низкая популярность идей энергосбережения, неактуальность традиционных форм энергосберегающих мероприятий, и как результат, невысокий уровень развития энергосберегающей архитектуры [1]. Однако отправной точкой начала развития энергосберегающей политики является изучение природно-климатических условий проектирования, строительства и эксплуатации зданий [12-26]. В связи с этим было произведено

аналитическое исследование природно-климатических условий Республики Ирак, результаты которого и приведены в данной статье.

Республика Ирак расположена на юго-западе азиатского континента и в северо-восточной части арабского мира. Что касается его расположения по широте и долготе, то он находится между 29 - 37 градусами северной широты и 38 - 48 градусами восточной долготы (рисунок 1).



Рисунок 1 - Карта Республики Ирак

Общая площадь Республики Ирак составляет 438 317 км², из которых площадь суши составляет 437 367 км², а водная площадь составляет 950 км².

Климат Республики Ирак - это в основном жаркий климат пустыни или жаркий полусухой климат в самой северной части страны. Средние высокие температуры обычно выше 40 °C на малых высотах в летние месяцы (июнь, июль и август), в то время как средние низкие температуры могут опускаться ниже 0 °C в самый холодный месяц года. Зимой 2 августа 2011 года в районе Ан-Насирия была зафиксирована рекордно высокая температура в Ираке 52 °C в течение года. Наибольшее количество осадков выпадает в период с декабря по апрель и составляет в среднем от 100 до 180 миллиметров в год. В горном районе северного Ирака выпадает значительно больше осадков, чем в центральном или южном районе пустыни, где климат обычно средиземноморский. Примерно 90% годового количества осадков выпадает с ноября по апрель, большая часть которых приходится на зимние месяцы с декабря по март. Остальные шесть месяцев, особенно самые жаркие - июнь, июль и август - очень засушливые.

Разнообразие климата Республики Ирак объясняется тем фактом, что топографию Ирака можно разделить на четыре физико-географических региона: аллювиальные равнины центральной и юго-восточной частей страны; Аль-Джазира (арабский: «Остров»), возвышенность на севере между реками Тигр и Евфрат; пустыни на западе и юге; и нагорье на северо-востоке. Каждый из этих регионов простирается на соседние страны, хотя аллювиальные равнины лежат в основном в пределах Ирака (рисунок 1).

Далее общая информация о климате будет приводиться для одного города из каждого физико-географического региона (<https://weatherspark.com>).

Север Республики Ирак, город Духок.

В Духоке лето жаркое, засушливое и ясное, а зима долгая, холодная и частично облачная. В течение года температура обычно колеблется от 2 °C до 40 °C и редко бывает ниже -2 °C или выше 43 °C. Жаркий сезон длится 3,4 месяца, с 4 июня по 17 сентября, со средней дневной высокой температурой выше 34 °C. Самый жаркий день в году 24 июля, со средним максимумом 40 °C и минимумом 26 °C.

Прохладный сезон длится 3,8 месяца, с 24 ноября по 16 марта, со средней дневной высокой температурой ниже 15 °С. Самый холодный день в году 23 января, со средним минимумом 2 °С и максимумом 9 °С.

В Духоке средний процент неба, покрытого облаками, испытывает значительные сезонные колебания в течение года.

Более ясная часть года в Духоке начинается примерно 19 мая и длится 4,7 месяца, заканчиваясь примерно 10 октября. 13 июля, в самый ясный день в году.

Более облачная часть года начинается примерно 10 октября и длится 7,3 месяца, заканчиваясь примерно 19 мая. 17 января, самый облачный день в году.

Продолжительность дня в Духоке значительно меняется в течение года. В 2021 году самый короткий день - 21 декабря, когда световой день будет 9 часов 38 минут; Самый длинный день 21 июня, световой день составляет 14 часов 42 минуты.

Воспринимаемый уровень влажности в Духоке, измеряемый процентом времени, в течение которого уровень комфортной влажности является влажным, подавляющим или невыносимым, существенно не меняется в течение года, оставаясь практически постоянным 0% на протяжении всего года.

Средняя почасовая скорость ветра в Духоке испытывает умеренные сезонные колебания в течение года.

Более ветреная часть года длится 5 месяцев, с 29 апреля по 29 сентября, со средней скоростью ветра более 10,1 км/ч. Самый ветренный день в году - 17 июня, со средней часовой скоростью ветра 11,7 км/ч.

Более спокойное время года длится 7 месяцев, с 29 сентября по 29 апреля. Самый спокойный день в году - 31 декабря, со средней часовой скоростью ветра 8,5 км/ч.

Яркий период года длится 3,3 месяца, с 16 мая по 24 августа, со средней дневной аварийной коротковолновой энергией на квадратный метр выше 7,4 кВтч. Самый яркий день в году 22 июня, в среднем 8,7 кВтч.

Более темный период года длится 3,6 месяца, с 1 ноября по 17 февраля, при средней дневной падающей коротковолновой энергии на квадратный метр ниже 3,6 кВтч. Самый темный день в году 24 декабря, в среднем 2,3 кВтч.

Для целей настоящего отчета географические координаты Духока: 36,867 градуса широты, 42,988 градуса долготы и 567 м над уровнем моря.

Топография в пределах 3 км от Духока содержит очень значительные перепады высот, с максимальным перепадом высот 458 метров и средней высотой 613 метров над уровнем моря. В пределах 16 километров имеются очень значительные перепады высот (1007 метров). В пределах 80 километров также наблюдаются резкие перепады высот (3142 метра).

Территория в пределах 3 км от Духока покрыта пастбищами (100%), в пределах 16 км - пахотными землями (46%) и пастбищами (30%), а в пределах 80 км - пахотными землями (47%) и пастбищами (12%).

Восток Республики Ирак, город Багдад.

В Багдаде лето жаркое, засушливое и ясное, а зима холодная, сухая и в основном ясная. В течение года температура обычно колеблется от 5 °С до 45 °С и редко бывает ниже 1 °С или выше 48 °С.

Жаркий сезон длится 3,9 месяца, с 27 мая по 23 сентября, со средней дневной высокой температурой выше 39 °С. Самый жаркий день в году - 30 июля, со средним максимумом 45 °С и минимумом 28 °С.

Прохладный сезон длится 3,4 месяца, с 23 ноября по 5 марта, со средней дневной высокой температурой ниже 22 °С. Самый холодный день в году 11 января, со средним минимумом 5 °С и максимумом 16 °С.

В Багдаде средний процент неба, покрытого облаками, испытывает значительные сезонные колебания в течение года.

Более ясная часть года в Багдаде начинается примерно 23 мая и длится 4,7 месяца, заканчиваясь примерно 12 октября. 3 июля, самый ясный день в году.

Более облачная часть года начинается примерно с 12 октября и длится 7,3 месяца и заканчивается примерно 23 мая. 15 декабря, самый облачный день в году.

Продолжительность дня в Багдаде значительно меняется в течение года. В 2021 году самый короткий день 21 декабря с 9 часами 57 минут светового дня. Самый длинный день 21 июня, 14 часов 22 минуты светового дня.

Воспринимаемый уровень влажности в Багдаде, измеряемый процентом времени, в течение которого уровень комфортной влажности влажный, угнетающий или ужасный, не меняется значительно в течение года, оставаясь в пределах 1% на протяжении всего года.

Средняя почасовая скорость ветра в Багдаде подвержена значительным сезонным колебаниям в течение года.

Более ветреная часть года длится 3,2 месяца, с 27 мая по 3 сентября, со средней скоростью ветра более 13,5 км/ч. Самый ветреный день в году 27 июня, средняя скорость ветра составляет 16,6 км/ч.

Более спокойное время года длится 8,7 месяцев, с 3 сентября по 27 мая. Самый спокойный день в году 12 января, со средней часовой скоростью ветра 10,3 км/ч.

Яркий период года длится 3,4 месяца, с 11 мая по 25 августа, со средней дневной аварийной коротковолновой энергией на квадратный метр выше 7,2 кВтч. Самый яркий день в году 20 июня, в среднем 8,3 кВтч.

Более темный период года длится 3,2 месяца, со 2 ноября по 8 февраля, со средней дневной падающей коротковолновой энергией на квадратный метр ниже 3,9 кВтч. Самый темный день в году 22 декабря, в среднем 2,8 кВтч.

Для целей настоящего отчета географические координаты Багдада: 33,341 градуса широты, 44,401 градуса долготы и 41 метр высоты над уровнем моря.

Топография в пределах 3 км от Багдада содержит лишь незначительные перепады высот с максимальным перепадом высот 37 метров и средней высотой над уровнем моря 39 метров. В пределах 16 километров также есть лишь небольшие перепады высот (47 метров). В пределах 80 километров также есть лишь небольшие перепады высот (77 метров).

Территория в пределах 3 км от Багдада покрыта искусственными поверхностями (96%), в пределах 16 км - искусственными поверхностями (57%) и пахотными землями (25%), а в пределах 80 км - пахотными землями (56%) и голой почвой (26%).

Запад Республики Ирак, город Эр Рутба.

В Эр Рутба лето длинное, знойное, засушливое и ясное, а зима холодная, сухая и в основном ясная. В течение года температура обычно колеблется от 1 °С до 39 °С и редко бывает ниже -3 °С или выше 43 °С.

Жаркий сезон длится 3,9 месяца, с 26 мая по 24 сентября, со средней дневной высокой температурой выше 34 °С. Самый жаркий день в году 31 июля, со средним максимумом 39 °С и минимумом 23 °С.

Прохладный сезон длится 3,4 месяца, с 25 ноября по 5 марта, со средней дневной высокой температурой ниже 18 °С. Самый холодный день в году - 24 января, со средним минимумом 1 °С и максимумом 13 °С.

В Эр Рутба средний процент неба, покрытого облаками, испытывает значительные сезонные колебания в течение года.

Более ясная часть года в Эр-Рутбе начинается примерно 22 мая и длится 4,7 месяца, заканчивая примерно 12 октября. 30 июня, самый ясный день в году.

Более облачная часть года начинается примерно 12 октября и длится 7,3 месяца, заканчивая примерно 22 мая. 12 декабря, самый облачный день в году.

Продолжительность дня в Эр Рутба значительно меняется в течение года. В 2021 году самый короткий день - 21 декабря, когда световой день будет 9 часов 58 минут; Самый длинный день 21 июня, световой день составляет 14 часов 20 минут.

Воспринимаемый уровень влажности в Эр Рутба, измеряемый процентом времени, в течение которого уровень комфортной влажности влажный, угнетающий или ужасный, не меняется значительно в течение года, оставаясь практически постоянным 0% на протяжении всего года.

Средняя почасовая скорость ветра в Эр-Рутбе в течение года подвержена значительным сезонным колебаниям.

Более ветреная часть года длится 6,4 месяца, с 31 января по 13 августа, со средней скоростью ветра более 15 км/ч. Самый ветреный день в году - 1 июля, со средней часовой скоростью ветра 17,4 км/ч.

Более спокойное время года длится 5,6 месяцев, с 13 августа по 31 января. Самый спокойный день в году - 25 сентября, со средней часовой скоростью ветра 12,5 км/ч.

Яркий период года длится 3,5 месяца, с 9 мая по 23 августа, со средней дневной аварийной коротковолновой энергией на квадратный метр выше 7,6 кВтч. Самый яркий день в году - 21 июня, в среднем 8,8 кВтч.

Более темный период года длится 3,2 месяца, с 4 ноября по 9 февраля, при средней дневной падающей коротковолновой энергии на квадратный метр ниже 4,2 кВтч. Самый темный день в году - 24 декабря, в среднем 3,1 кВтч.

Для целей этого отчета географические координаты Эр-Рутбы: 33,037 градуса широты, 40,286 градуса долготы и 620 м над уровнем моря.

Рельеф в пределах 3 км от Эр-Рутбы содержит лишь незначительные перепады высот с максимальным перепадом высот 35 метров и средней высотой 623 метра над уровнем моря. В пределах 16 километров есть лишь небольшие перепады высот (156 метров). В пределах 80 километров имеются значительные перепады высот (411 метров).

Территория в пределах 3 км от Эр-Рутбы покрыта голой почвой (100%), в пределах 16 км - голой почвой (100%) и в пределах 80 км - голой почвой (100%).

Юг Республики Ирак, город Басра.

В Басре лето длинное, знойное, засушливое и ясное, а зима прохладная, сухая и в основном ясная. В течение года температура обычно колеблется от 7 °С до 46 °С и редко бывает ниже 2 °С или выше 49 °С.

Жаркий сезон длится 4,1 месяца, с 22 мая по 25 сентября, со средней дневной высокой температурой выше 41 °С. Самый жаркий день в году - 29 июля, со средним максимумом 46 °С и минимумом 28 °С.

Прохладный сезон длится 3,3 месяца, с 25 ноября по 3 марта, со средней дневной высокой температурой ниже 23 °С. Самый холодный день в году - 12 января, со средним минимумом 7 °С и максимумом 18 °С.

В Басре средний процент неба, покрытого облаками, испытывает значительные сезонные колебания в течение года.

Более ясная часть года в Басре начинается примерно 23 мая и длится 4,8 месяца, заканчиваясь примерно 17 октября. 9 сентября, самый ясный день в году.

Более облачная часть года начинается примерно 17 октября и длится 7,2 месяца, заканчиваясь примерно 23 мая. 19 декабря, в самый облачный день в году.

Продолжительность дня в Басре значительно меняется в течение года. В 2021 году самый короткий день - 21 декабря с 10 часами 10 минут светового дня; Самый длинный день - 21 июня, световой день составляет 14 часов 7 минут.

Басра испытывает сезонные колебания воспринимаемой влажности.

Мрачный период в году длится 7,5 месяцев, с 12 апреля по 26 ноября, в течение которых уровень комфорта является душным, подавляющим или жалким как минимум в 3% случаев. Самый жаркий день в году - 27 октября, с влажными условиями в 12% случаев.

Наименее душный день в году - 11 февраля, когда о душных условиях практически ничего не слышно.

Средняя почасовая скорость ветра в Басре подвержена значительным сезонным колебаниям в течение года.

Более ветреная часть года длится 3,1 месяца, с 26 мая по 28 августа, со средней скоростью ветра более 16,7 км/ч. Самый ветреный день в году 21 июня, со средней часовой скоростью ветра 20,8 км/ч. Более спокойное время года длится 8,9 месяцев, с 28 августа по 26 мая. Самый спокойный день в году 23 октября, со средней часовой скоростью ветра 12,7 км/ч.

Яркий период года длится 3,3 месяца, с 16 мая по 26 августа, со средней дневной аварийной коротковолновой энергией на квадратный метр выше 7,3 кВтч. Самый яркий день в году - 19 июня, в среднем 8,3 кВтч.

Более темный период года длится 3,1 месяца, с 3 ноября по 7 февраля, при средней дневной падающей коротковолновой энергии на квадратный метр ниже 4,2 кВтч. Самый темный день в году - 24 декабря, в среднем 3,2 кВтч.

Для целей этого отчета географические координаты Басры: 30,509 градуса широты, 47,780 градуса долготы и 4 м над уровнем моря.

Топография в пределах 3 км от Басры содержит лишь незначительные перепады высот, с максимальным перепадом высот 39 метров и средней высотой 3 метра над уровнем моря. В пределах 16 километров есть лишь небольшие перепады высот (159 метров). В пределах 80 километров также имеются значительные перепады высот (216 метров).

Территория в пределах 3 км от Басры покрыта искусственными покрытиями (78%) и кустарниками (22%), в пределах 16 км - травянистой растительностью (54%) и искусственными поверхностями (14%), в пределах 80 км - голой почвой и травянистая растительность (35%).

Проведенный анализ показал, что при проектировании, строительстве и эксплуатации энергоэффективных зданий обязательно необходимо учитывать физико-географических регион строительства, что обусловлено разнообразием природно-климатических условий Республики Ирак. Максимальной эффективности снижения энергетических ресурсов идущих на эксплуатацию зданий можно добиться только при комплексном использовании энергосберегающих мероприятий, базирующихся на совершенствовании объемно-планировочных, конструктивно-технологических и инженерно-технических решений.

Список использованных источников

1. Ал Обайди, И. К. Т. Специфика развития архитектуры энергосберегающих общественных зданий в странах Ближнего Востока / И. К. Т. Ал Обайди // Сборник трудов аспирантов, магистрантов и соискателей / Нижегород. гос. архитектур.-строит. ун-т; редкол.: И. С. Соболев, Н. Д. Жилина [и др.] – Нижний Новгород, 2017 – С. 5-9.

2. Родина Е.В., Мальцева И.Н., Каганович Н.Н., Ведищева Ю.С., Елохов А.Е., Мальцева К.В., Матвеева И.В., Монастырев П.В., Сергеева А.А., Шароварова Е.П. Эко-концептуальная архитектура: учебное пособие / под общ. ред. Е.В. Родиной и И.Н. Мальцевой. – Екатеринбург: ООО «Типография «Аграф», 2019 – 175 с.
3. Мищенко В.Я., Грабовый П.Г., Горбанева Е.П., Федосов С.В., Опарина Л.А., Кривоногов А.И., Монастырев П.В., Мамонтов А.А., Байбурин А.Х., Ульрих Д.В., Киянец А.В., Бутакова М.Д., Мальцева И.Н., Мальцева К.В. Особенности проектирования жизненного цикла энергоэффективных объектов недвижимости: учебное пособие / под общ. ред. Е.П. Горбаневой. – Екатеринбург: ООО «Типография «Аграф», 2019 – 149 с.
4. Алехин В.Н., Ананьин М.Ю., Байбурин А.Х., Беляева З.В., Ведищева Ю.С., Галиева А.Б., Евдокимцев О.В., Мальцева И.Н., Мамонтов С.А., Монастырев П.В., Некрасов А.В., Никитина Н.П., Носков А.С., Пастухова Л.Г., Струлев С.А. Инновационные материалы и технологии энергоэффективных зданий: учебное пособие / под общ. ред. Алехина В.Н. и Монастырева П.В. – Екатеринбург: ООО «Типография «Аграф», 2019 – 208 с.
5. Монастырев П.В. Нормирование теплозащиты стен зданий // Жилищное строительство. - 1998. - №7. – С.9-10
6. Монастырев П.В. Жилищный фонд и энергосбережение // Жилищное строительство. - 2000. - №5. – С.14-15
7. Монастырев П.В. Технология устройства дополнительной теплозащиты стен жилых зданий: Учебное пособие. – М.: Издательство АСВ, 2000.-160 с.
8. Гусев Б.В., Езерский В.А., Монастырев П.В., Кузнецова Н.В. Повышение теплотехнической однородности утепленных наружных стен с вентилируемым фасадом. – М.: Научный мир, 2005.– 184 с.
9. 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.
10. Техничко-экономические основы эксплуатации, реконструкции и реновации зданий. Сборщиков 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.
11. Езерский В.А., Монастырев П.В. Тепловой комфорт помещений термомодернизированных зданий // Жилищное строительство. – 2007. - № 3. – С. 11-12.
12. Леденев В.И., Матвеева И.В., Монастырев П.В. Физико-технические основы эксплуатации кирпичных стен. / Учебное пособие – М.: Издательство Ассоциации строительных вузов, 2008 – 160 с.
13. Дмитриев А.Н., Монастырев П.В., Сборщиков С.Б. Энергосбережение в реконструируемых зданиях – М.: Издательство Ассоциации строительных вузов, 2008.– 208 с.
14. Езерский В.А., Монастырев П.В., Клычников Р.Ю. Влияние параметров теплоизоляции элементов жилого дома на расход тепловой энергии / Academia. Архитектура и строительство. – 2009. - № 5. – М. НИИСФ РААСН – С.291-296.
15. 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.
16. Езерский В.А., Монастырев П.В., Клычников Р.Ю. Оптимизация параметров тепловой защиты здания по экономическому критерию // Промышленное и гражданское строительство. - 2010. - №3. – С.13-16.
17. Клычников Р.Ю., Езерский В.А., Монастырев П.В. Оптимизация параметров теплозащиты жилых зданий на основе экономической модели // Математические методы в технике и технологиях ММТТ-23. Двадцать третья международная научная конференция.: в 12т. Т.5. Секция 5. Саратов: Саратов. гос. техн. ун-т, 2010. - С.225-228.
18. Езерский В.А., Монастырев П.В., Клычников Р.Ю. Особенности экономической оценки термомодернизации зданий в условиях современных рыночных отношений // Жилищное строительство. - 2010. - №8. – С.9-12.
19. Монастырев П.В. Дополнительное утепление наружных стен / Строительство и реконструкция зданий и сооружений городской инфраструктуры. Том 2. Научно-справочное пособие. Под общей редакцией академика РААСН, проф., д.т.н. В.И. Теличенко. – М.: Издательство АСВ, 2011. – С.256-295.
20. Езерский В.А., Монастырев П.В., Клычников Р.Ю. Техничко-экономическая оценка термомодернизации жилых зданий – М.: Издательство Ассоциации строительных вузов, 2011.– 176 с.
21. 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.
22. Езерский В.А., Монастырев П.В., Клычников Р.Ю. Имитационная модель оптимизации параметров термомодернизации жилых зданий в масштабе города // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. – 2013 – Выпуск 31(50). Часть 2. Строительные науки. – С.475-484.
 23. Клычников Р.Ю., Монастырев П.В., Езерский В.А. Эффективность термомодернизации жилых зданий при кратковременных экономических кризисах // Вестник Центрального регионального отделения РААСН. - 2015. – Выпуск 14. – С.116-130.
 24. Monastirev P.V., Klychnikov R.Yu., Jeziersky V.A. Optimization Method of Thermal Modernization of Residential Buildings and Assessment of Its Economic Efficiency / 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.51-53.
 25. Клычников Р.Ю., Монастырев П.В., Езерский В.А. Влияние конструктивных решений ограждающих конструкций жилых зданий на экономическую эффективность термомодернизации градостроительного образования // Вопросы современной науки и практики. Университет им. В.И. Вернадского. – 2016. - № 4(62). – С.143-153.
 26. 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.

УДК 699.86

67.01.11: современное состояние и перспективы развития

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ МОДЕЛЕЙ ДОМОВ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ РЕШЕНИЯ ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ КРОВЛИ

Полякова А.В.,

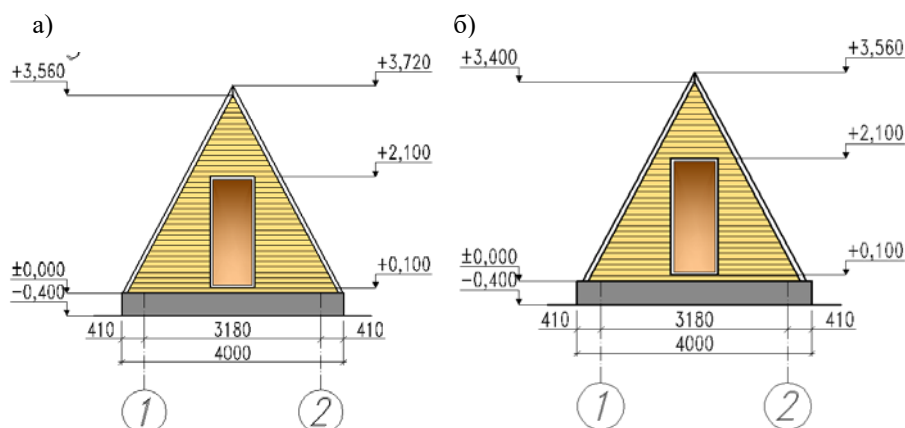
ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», магистрант

e-mail: anastasiiapolyakova@yandex.ru

Маркин И.А.,

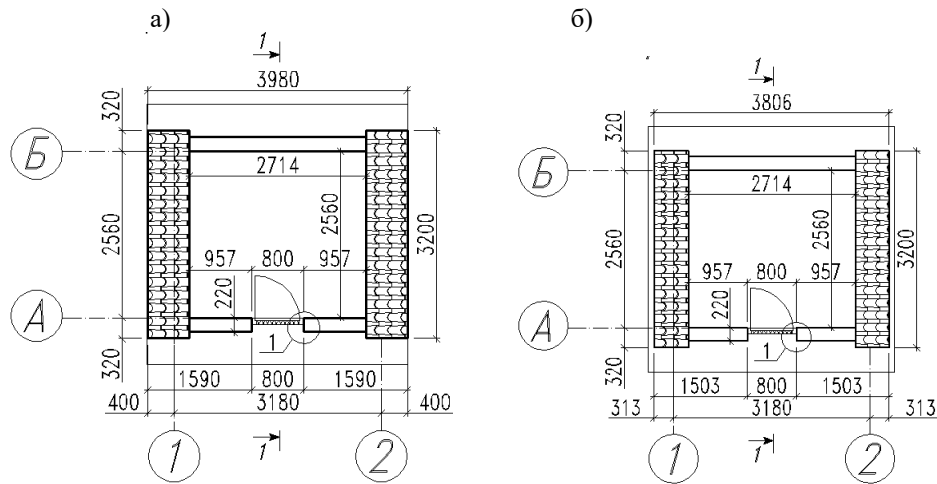
ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», студент

Проведено исследование сравнение энергоэффективности 2-х вариантов моделей домов при различном решении ограждающих конструкций кровли, в каждом из них. Параметры моделей задавались в программе ArchiCAD 19 на основании проектной документации по объемно-планировочному решению строений. Объемно-планировочное решение вариантов здания представлено на рисунках 1...3.

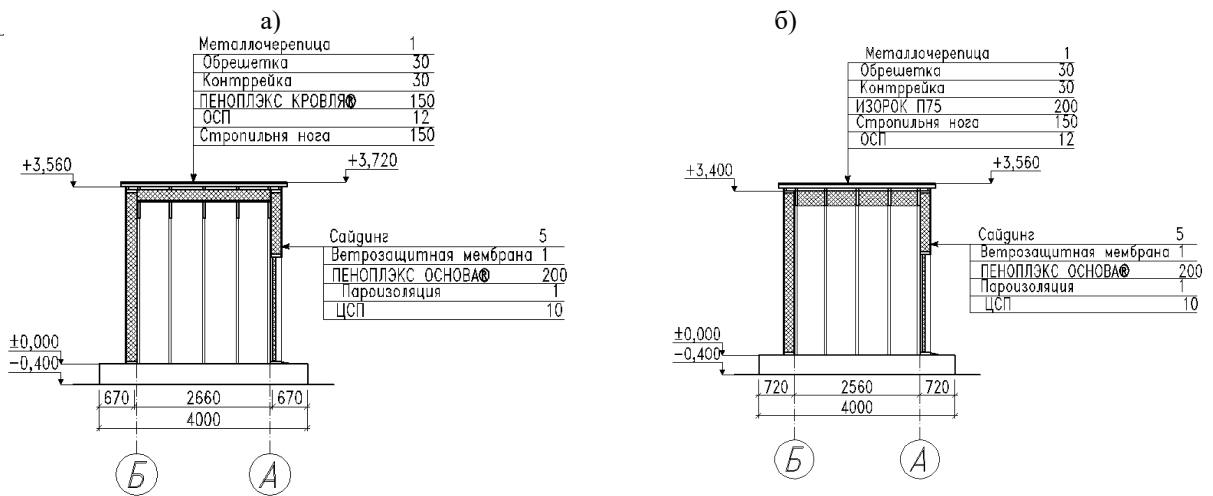


а – 1 вариант; б – 2 вариант;

Рисунок 1 - Фасады домов



а – 1 вариант; б – 2 вариант;
Рисунок 2 - Планы домов



а – 1 вариант; б – 2 вариант;
Рисунок 3 – Продольные разрезы домов

Варианты имеют практически одинаковые габаритные размеры и высоту. Небольшие отличия по высоте имеет вариант 1. Данный момент произведен с целью выравнивания объемов внутреннего пространства дома по варианту 1, в связи с конструктивным решением расположения несущих конструкций кровли, которые снижают объем внутреннего пространства помещения.

Варианты решения ограждающих конструкций кровли по вариантам представлены на рисунках 4...5.

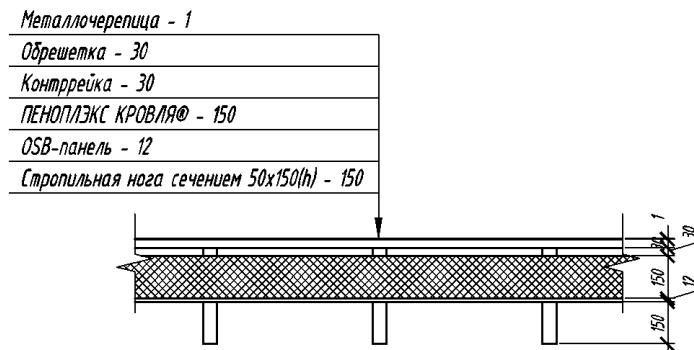


Рисунок 4 - Конструкция кровли дома по варианту 1

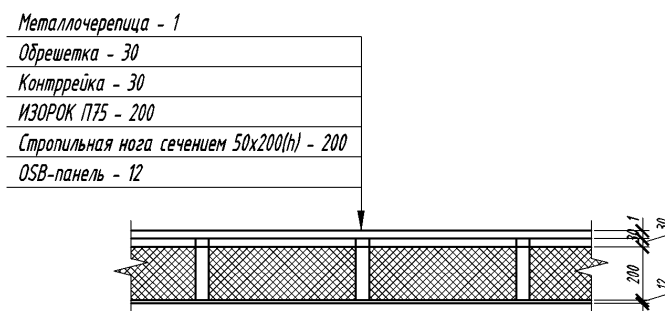


Рисунок 5 - Конструкция кровли дома по варианту 1

Теплопотери и теплопоступления за счет теплопередачи ограждающих конструкций домов в окружающую среду представлены на рисунке 6.

Как показывает график, изображенный на рисунке 6, основная часть теплопотерь максимальна по всем вариантам в зимний период эксплуатации здания, так же тепловые потери затрагивают частично конец осеннего периода и начало весеннего периода эксплуатации.

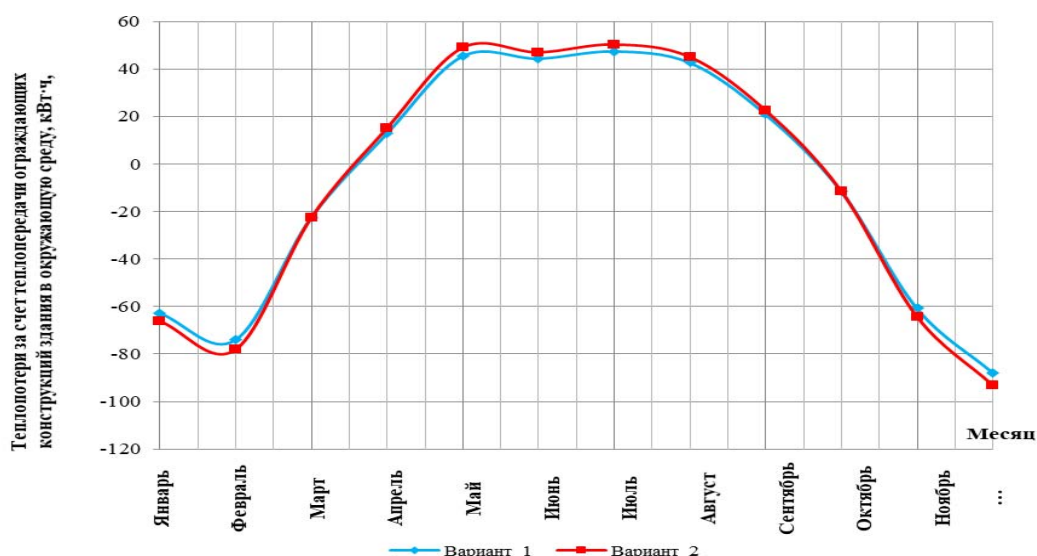


Рисунок 6 - Теплопотери за счет теплопередачи ограждающих конструкций домов в окружающую среду (1 вариант – утепление кровли материалом «ПЕНОПЛЭКС КРОВЛЯ»; 1 вариант – утепление кровли материалом «ИЗОРОК П-75»)

Несмотря на то, что вариант 2 имеет более высокое значение расчетного сопротивления теплопередачи, наличие в конструкции кровли мостиков холода в виде стропильных ног из древесины, имеющей более высокий коэффициент теплопроводности по отношению к материалу теплоизоляционного слоя, приводит к тому, что суммарные теплопотери у этого варианта выше, чем у варианта 1. Разница составляет незначительную величину в районе 1 %. Также из графиков видно, что в летний период времени, когда температура окружающей среды выше нормируемой температуры внутри помещения, идет теплопоступление в дома посредством теплопередачи через наружные ограждающие конструкции за счет разницы температур, а также посредством теплопередачи через наружные ограждающие конструкции за счет поглощения солнечной радиации материалом наружной поверхности ограждающих конструкций стен и кровли (коэффициенты поглощения у стен и кровли составляют 40% и 50% соответственно [1]).

Система отопления, используемая для анализа – инверторная. Функция программы ArchiCAD 19 «Просмотр энергетической модели» на основе климатических данных, параметров внутреннего микроклимата помещений и характеристикам теплозащитной оболочки здания автоматически производит подсчет количества электроэнергии необходимой для поддержания в доме комфортных условия для выбранного режима эксплуатации.

Как видно из графика, представленного на рисунке 7, наибольшие теплопоступления от систем отопления происходят в зимний период, затрагивая конец осеннего и начало весеннего времени года [4-8].

Вариант 2 оказывается более энергозатратным по сравнению с вариантом 1, наличие в конструкции кровли мостиков холода в виде стропильных ног из древесины, имеющей более высокий коэффициент теплопроводности по отношению к материалу теплоизоляционного слоя, приводит к тому, что суммарные теплопотери у этого варианта выше, чем у варианта 1. В результате всего этого варианту 1 требуется больше затрат энергии системы отопления на поддержании в помещении комфортных условия[9-11]. Однако разница составляет незначительную величину в районе 1,5 %.

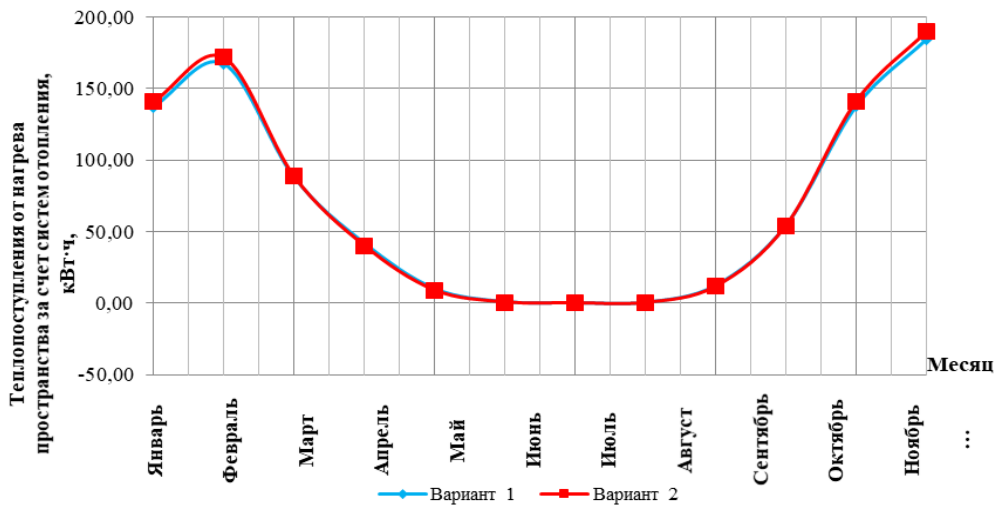


Рисунок 7 - Теплоступления за счет нагрева пространства посредством систем отопления (1 вариант – утепление кровли материалом «ПЕНОПЛЭКС КРОВЛЯ»; 1 вариант – утепление кровли материалом «ИЗОРОК П-75»)

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. Ярцев В.П. Об энергетическом потреблении зданий в отопительный период/ Ярцев В.П., Струлев С.А., Мамонтов А.А., Струлева И.А.// Строительные материалы, оборудование, технологии XXI века.2019. № 9-10 (248-249). С. 30-32.
5. Ярцев В.П. К вопросу оценки энергетической эффективности ограждающих конструкций малоэтажных зданий/ Ярцев В.П., Струлев С.А., Мамонтов А.А.// Строительные материалы, оборудование, технологии XXI века.2019. № 9-10 (248-249). С. 24-27.
6. Ярцев В.П. Сравнительный анализ эффективности применения утеплителей в каркасном домостроении/ Мамонтов А.А.// Кровельные и изоляционные материалы. 2016. №6. С.32-35.
7. Ярцев В.П. Анализ экономической целесообразности применения различных ограждающих конструкций зданий/ Ярцев В.П., Струлев С.А., Мамонтов А.А., Струлева И.А., Жеребцов А.В., Попинако Е.О.// Строительные материалы, оборудование, технологии XXI века.2018. № 7-8 (234-235). С. 24-27.
8. Ярцев В.П. Специфика влияния конструктивного решения ограждений на энергоэффективность зданий на этапе их ввода в первый после монтажа отопительный период / Ярцев В.П., Струлев С.А., Мамонтов А.А. // В сборнике: Устойчивое развитие региона: архитектура, строительство, транспорт. Материалы VII-ой Международной научно-практической конференции. 2020. С.263-268.
9. Кузнецов В.А. Исследование теплоэнергетических характеристик ограждающих конструкций малоэтажного жилого дома / Кузнецов В.А., Ярцев В.П. // Современная наука: теория, методология, практика / ФГБОУ ВО "ТГТУ". - Тамбов: Изд-во ИП Чеснокова, 2020.
10. Кузнецов В.А. Сравнительная оценка финансовых затрат на отопление каркасно-панельного жилого дома на различных видах топлива / Кузнецов В.А., Ярцев В.П. // Устойчивое развитие региона: архитектура, строительство, транспорт / ФГБОУ ВО "ТГТУ". - Тамбов: Изд-во ИП Чеснокова, 2020.
11. Ярцев В.П. Влияние внешних воздействий на теплофизические и длительные механические свойства минераловатных плит / Ярцев В.П., Мамонтов С.А., Мамонтов А.А. // Вопросы современной науки и практики. Университет им. В.И. Вернадского. 2014. №1 (50). С. 125-134.

ОЦЕНКА ТОЧНОСТИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ АКУСТИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ПОМЕЩЕНИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДА ОДНОРОДНЫХ МАРКОВСКИХ ЦЕПЕЙ

Головко А.В.,

*ФГБОУ ВО «Дальневосточный государственный университет путей сообщения», к.т.н., доцент,
заведующий кафедрой*

Леденев В.И.,

*ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», студент
e-mail: ledvi46@yandex.ru*

Островская А.А.,

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

В практике оценки шумового режима в помещениях и на открытых территориях с отражающими звук поверхностями используются методы расчета, в основе которых лежат модели, использующие однородные дискретные цепи Маркова [1,2,3]. В частности, данная вероятностная модель использовалась нами при описании процесса реверберации в помещениях и определении их акустических характеристик [3]. Однако до настоящего времени не было произведено исследований по оценке точности этой расчетной модели по сравнению с точностью других существующих методов определения акустических характеристик помещений. В настоящей статье приведены результаты такой сравнительной оценки с использованием экспериментальных данных, подробно изложенных в работах [4,5].

В статье [3] нами рассмотрены принципы определения коэффициентов потерь и передачи звуковой энергии на основе математической модели, описывающей реверберационный процесс Марковской цепью. В отличие от классической теории акустики, расчетные формулы которой хорошо работают в помещениях, близких по форме к кубу и с равномерно распределенным звукопоглощением по поверхностям, модель однородных цепей Маркова позволяет учитывать неравномерность звукопоглощения в помещении, в том числе и за счет наличия открытых проемов. Это, в частности, подтверждается в работах [6,7].

Модель в своей основе, так же как и классические теории, использует классические характеристики: среднее время между отражениями волны, среднюю длину свободного пробега волн, средний (диффузный) коэффициент звукопоглощения и т.п. Однако, кроме указанных величин, она позволяет учитывать и дополнительные факторы, влияющие на реверберационный процесс, а именно: форму помещения, место и площадь размещения звукопоглотителя. Последнее указывает, что модель должна лучше описывать реверберационный процесс, по сравнению с методами классической теории акустики.

В настоящее время в литературе не имеется сведений об экспериментальном подтверждении или каких-либо других данных, позволяющих считать, что расчетная модель достаточно хорошо работает в условиях неравномерного звукопоглощения в помещении. С целью исследования работы модели в таких условиях был произведен расчет коэффициентов звукопоглощения материалов «роксил» и «силан» по результатам натуральных экспериментов, приведенных в работах [4,5]. Для этого были составлены программы, позволяющие реализовать алгоритм расчета времени реверберации на основе формул однородной дискретной цепи Маркова. Для удобства анализа получаемых результатов в программах предусмотрено также вычисление времени реверберации по формулам Сэбина и Эйринга, основанных на классической теории акустики, но отличающихся принципами их получения.

Так как модель Марковской цепи учитывает площадь образца и его место размещения в камере, значение коэффициента звукопоглощения материала будет определяться в этом случае с учетом действительных условий формирования звукового поля в камере. При небольшом нарушении диффузности звукового поля коэффициенты звукопоглощения α должны получаться приблизительно одинаковыми при расчете их различными методами и близкими к его диффузному значению. При значительном нарушении диффузности значение коэффициента, определенного по времени реверберации разными методами, могут различаться в силу того, что действительные условия формирования звуковых полей отличны от условий, для которых разработаны эти методы.

В работе [5] влияние неравномерности распределения звукопоглощения на время реверберации оценивалось в прямоугольной камере размерами 4.5x2,73x4 м. В качестве звукопоглощающего материала использовался материал «роксил». Время реверберации измерялось для различных случаев размещения и размеров

звукопоглощающей облицовки. При проведении расчетов по этому времени методом последовательных приближений (итераций) вычислялось значение коэффициента звукопоглощения материала.

Так как в эксперименте звукопоглощающий материал полностью покрывал одну или несколько стен камеры, то при расчете времени реверберации по Марковской цепи матрица вероятностей перехода формировалась для шести поверхностей. В этом случае значения элементов матрицы вычислялись в зависимости от отношения площадей поверхностей $P_{ij} = S_j / (S_{общ} - S_i)$, где S_i - общая площадь поверхности.

Расчеты коэффициентов звукопоглощения по времени реверберации, измеренному в необлицованной камере, выполненные всеми перечисленными методами, дали практически одинаковые результаты. Расхождения не превышали одного процента. Это подтверждает вывод о том, что в соразмерных помещениях, при небольших коэффициентах звукопоглощения Марковская цепь в условиях диффузного звукового поля работает так же, как и классические формулы реверберации.

При сравнении результатов расчетов всеми методами установлено, что значения коэффициентов α , полученные с использованием цепи Маркова наиболее близкие к расчетам по формуле Эйринга. Совпадение результатов подтверждает вывод, сделанный в работах [6,7] о том, что Марковская цепь нулевого порядка работает как формула Эйринга. Модель по сравнению с другими методами является более общим случаем описания реверберационного процесса, протекающего в помещении.

Далее было произведено сравнение расчетных данных по определению коэффициента α для экспериментальных исследований, полученных в больших реверберационных камерах и приведенных в работе [4]. В отличие от предыдущего случая звукопоглощающий материал находится не на всей поверхности стены, а только на ее части. В этом случае матрица вероятностей перехода составлялась для семи поверхностей.

Результаты расчета коэффициента звукопоглощения α для такого размещения звукопоглощения показали разные значения α . Установлено, что в зависимости от формы камеры, площади образца и места его размещения наблюдается значительный разброс значений для каждого метода, хотя в целом результаты не противоречат результатам, полученным ранее. Значения коэффициентов звукопоглощения, определенные по формуле Эйринга, близки к результатам расчетов с использованием Марковских цепей. В качестве примера в таблице 1 приведены результаты расчетов для трех больших реверберационных камер.

Таблица 1

Сравнение значений коэффициентов звукопоглощения, определенного разными методами в разных камерах

Размер камеры	Площадь образца S, м ²	Время реверберации t, с	Значение коэффициента звукопоглощения		
			Формула Сэбина	Формула Эйринга	Цепь Маркова
6,8x5,2x5,6	0	4.96	0.032	0.0317	0.0314
	8	2.34	0.93	0.89	0.85
	12	1.97	0.84	0.79	0.81
6,0x4,0x4,0	0	6.1	0.022	0.019	0.017
	4,5	2.63	0.78	0.75	0.86
	7,5	2.47	0.53	0.51	0.63
	12	2.46	0.34	0.32	0.41
6,0x5,0x3,5	0	5.19	0.024	0.021	0.019
	4,0	2.32	1.1	0.95	0.96
	7,5	1.69	0.94	0.89	0.90

В целом результаты сравнительного анализа свидетельствуют о том, что модель процесса реверберации с использованием Марковской цепи учитывает неравномерность распределения звукопоглощения и на ее основе могут более точно, по сравнению с другими методами, определены акустические характеристики помещений: коэффициент звукопоглощения α и коэффициент потерь звуковой энергии в помещениях. В то же время при инженерных расчетах с достаточной для практических целей точностью определения коэффициентов можно производить, основываясь на теоретических положениях описания реверберационного процесса, которые заложены при выводе формулы Эйринга.

Список использованных источников

1. Golovko A. Measurement method of the reflected from highwalls noise in urban buildings/ A. Golovko, V. Ledenev, A. Antonov// Advances in Intelligent Systems and Computing (см. в книгах). 2020.Т.1116 AISC.С.237-248.

2. Антонов, А.И. Расчет шума в городской застройке на основе однородных Марковских цепей/ А. И. Антонов, В. И. Леденев, А. А. Сергеева// В сборнике: Устойчивое развитие региона: архитектура, строительство, транспорт. Материалы 6-ой Международной конференции, посвященный 40- летнему юбилею Института архитектуры, строительства и транспорта ТГТУ.2019.С.260-265.
3. Головкин, А.В. Исследование однородных Марковских цепей при оценке распределения звуковой энергии в системах акустически связанных помещений/ А. В. Головкин, А. А. Крюкова, А. А. Островская/ В сборнике: Устойчивое развитие региона: архитектура, строительство, транспорт. Материалы VII-ой Международной научно- практической конференции. 2020.С.194-198.
4. Kosten C. W. International comparison measurements in the reverberation room/- Acustica, 1960, v.10, p.400-416.
5. Mehta M. L., Mulholland K. A. Effect of non-uniform distribution of absorption on reverberation time.- J. Sound and Vibr., 1976, v. 46, p. 209-224.
6. Gerlach R. Der NachhallvorgangflsMarkoffscheKette.-Fortschr. Akustik. Plenarvotr. Und Kurzfref. 3, Tag. Dtsch. Arbeitsgemeinsh. Akustik, DAGA-73, Aachen, 1973, s. 427-430.
7. Gerlach R. Der NachhallvorgangflsMarkoffscheKette.Theorie und erste experimental Uberprufing/ R. Gerlach, V. Meliert// Acusticf. V. 32. №4. P. 217-227.

УДК 69.001.6

67.29.29: Жилые здания

ПИЛОТНЫЕ ПРОЕКТЫ МОДЕРНИЗАЦИИ ДОМОВ МАССОВЫХ СЕРИЙ

Жмак Д.А.,

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

Умнова О.В.,

*ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», кандидат технических наук,
доцент, заведующий кафедры «Конструкции зданий и сооружений»
e-mail: pfl166@yandex.ru*

Ввиду недостаточности финансирования реконструкции жилого фонда с каждым годом всё острее стоит вопрос решения проблемы несоответствия домов массовых серий современным нормам энергоэффективности (рисунок 1).

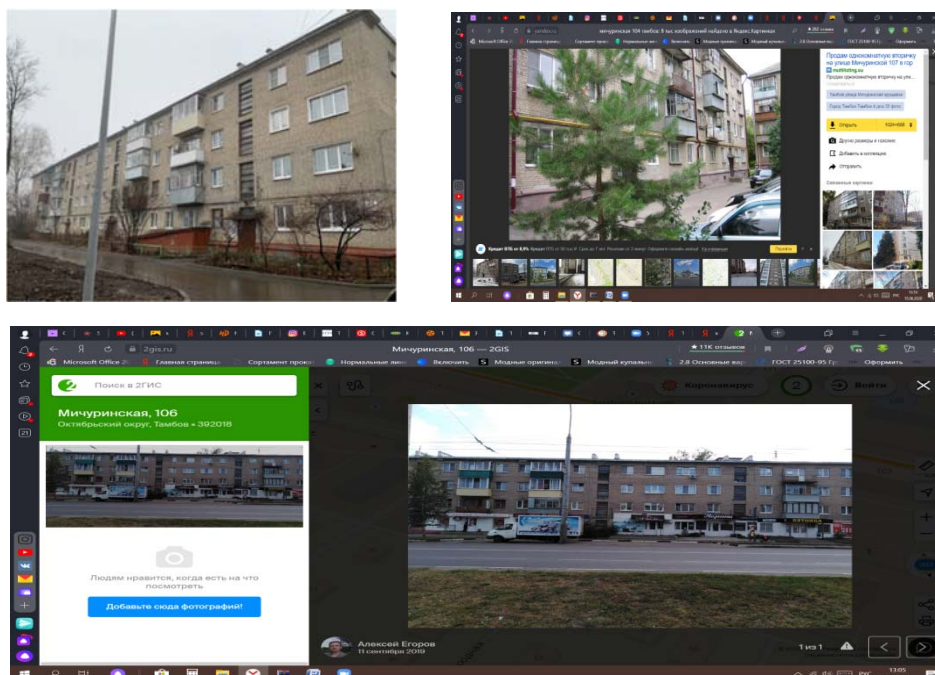


Рисунок 1. Примеры типового домостроения серии 1- 447 по ул. Мичуринской г. Тамбов

Как следствие, несоответствия наружных ограждающих конструкций современным требованиям энергоэффективности, влекут за собой дополнительные затраты электроэнергии, а для жильцов повышение квартплаты для поддержания комфортного температурно-влажностного режима в квартирах.

Перенос сроков модернизации в ближайшие годы приведёт к тому, что постройки массовых серий, на которые приходится примерно 290 млн. м² придут в непригодное состояние для проживания. Массовая застройка пятиэтажного типового строительства 1950-1960 гг. составляет около 10% жилого фонда страны в которой проживают более 15 млн. человек. Для решения столь массовой задачи по модернизации серий домов этих лет требуется разработка не только типовых решений реконструкций, но и механизмы привлечения для этого инвестиционных средств, опираясь на европейский и отечественный опыт.

В г. Тамбов было произведено тепловизионное обследование и сравнение результатов 2-х жилых зданий типовой серии 1-447с с капитальным ремонтом с утеплением наружных стен минераловатными плитами «Изорок» толщиной 5 см с последующим устройством вентилируемого фасада (ул. Мичуринская, 87, рисунок 2) и с ограждающими конструкциями без утепления (ул. Мичуринская, 83, рисунок 3).

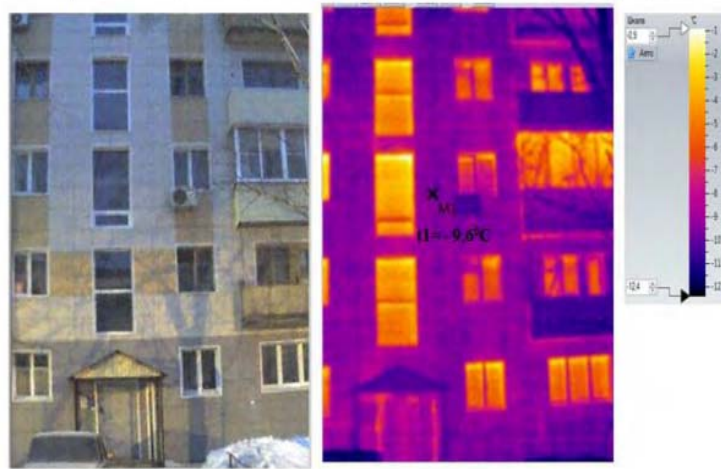


Рисунок 2. Термограмма фасада здания типовой серии 1-447с в г. Тамбов, ул. Мичуринская, 87

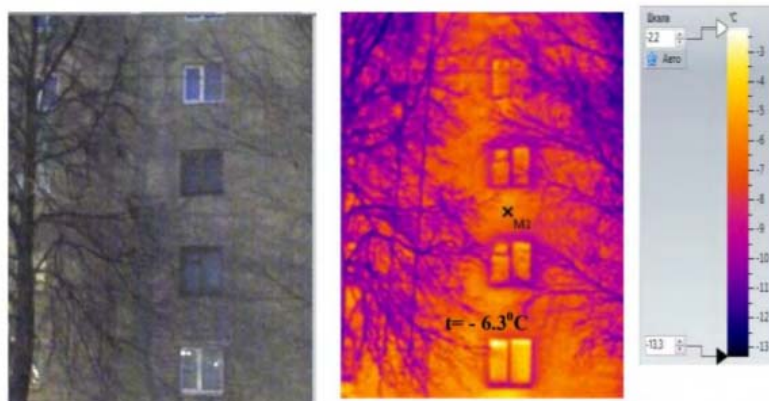


Рисунок 3. Термограмма фасада здания типовой серии 1-447с в г. Тамбов, ул. Мичуринская, 83

Анализируя термограммы фасадов зданий тепловизионного обследования можно сделать вывод о том, что после проведения работ по капитальному ремонту с утеплением фасада температура наружной поверхности стен понизилась на 2÷3°C, что говорит о снижении теплопотерь через наружные стены и повышении энергоэффективности здания, т.е. уменьшении затрат энергии на обогрев помещений здания во время отопительного периода.

Рассмотрим опыт реконструкции типового домостроения аналогичного периода застройки, результатом которого стало повышение энергоэффективности посредством экономии тепла от 30 до 35 процентов в г. Москва.

Одним из примеров модернизации является реконструкция дома в г. Москва массовой серии 1-511 с надстройкой мансардного этажа (рисунок 4). В мансардном этаже размещены однокомнатные квартиры с возможностью коммерческой реализации в дальнейшем и, что немаловажно, данный проект был реализован без отселения жильцов.

Так же в г. Москва был реализован проект реконструкции дома серии 1-515, в котором предусматривалось отселение жильцов, ввиду более радикальных мер по модернизации здания (рисунок 5). При реализации проекта выполнена надстройка 4-х этажей, благодаря выносным пилонам из монолитного железобетона на свайном основании, что позволило существенно увеличить площадь квартир до современных стандартов. Помимо надстройки произведена замена остекления, установлены лифты и вентилируемый фасад.

При разработке приведенных проектов особое внимание уделялось уменьшению энергозатрат зданий. Основными мерами по повышению энергоэффективности здания является:

- устройство наружной оболочки многослойными системами;
- модернизация систем отопления;
- замена стеклопакетов;
- утепление кровли;
- организация систем вентиляции.



Рисунок 4. Модернизация дома массовой серии 1-511 с надстройкой мансардного этажа



Рисунок 5. Модернизация дома массовой серии 1-515 с надстройкой 4-х этажей

Реализация пилотных проектов модернизации типовой застройки показала сокращение расходов на отопление до 50 процентов, учитывая, что при реконструкции вторичного жилья снижаются расходы на создание инженерной инфраструктуры до 40 процентов в сравнении с новым строительством.

Из вышесказанного можно сделать вывод, что реконструкция домов в центральных районах (где находится большой процент построек массовых серий) будет привлекательна для инвесторов, что позволит применять проекты реноваций не только в пилотных проектах, но и повсеместно.

Список использованных источников

1. Шилкин Н. В. Повышение энергетической эффективности зданий в странах Прибалтики и Восточной Европы // Энергосбережение. 2011. №7. С. 17–25.
2. Пилипенко В. М. Комплексный подход к реконструкции индустриальной жилой застройки. // Архитектура и строительство: архитектурно-строительный портал 2007. URL: <http://ais.by/story/1249>.
3. [Электронный ресурс]: saint-peterburg.ru URL: <https://saint-petersburg.ru/tilda/26756/page1452414.html>

УДК 666.9.014

67.09.33: Бетоны. Железобетон. Строительные растворы, смеси, составы.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ СТРУКТУРООБРАЗОВАНИЯ И ГИДРАТАЦИИ ЦЕМЕНТНЫХ СИСТЕМ ТВЕРДЕНИЯ ПРИ НАНО- И МИКРОМОДИФИЦИРОВАНИИ ХИМИЧЕСКИМИ ДОБАВКАМИ НА ОСНОВЕ SiO_2

Шведова М.А.,

*ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет», инженер кафедры
химии и химической технологии материалов
e-mail: marishwedowa@mail.ru*

Одним из приоритетных направлений современного строительного материаловедения является создание высокоэффективных конструкционных композитных материалов на основе цемента с заданными и улучшенными физико-механическими показателями. Известно, что свойства цементных композитов главным образом определяются структурой входящего в их состав цементного камня, которая представляет собой многофазную систему, образующуюся в результате различных физико-химических процессов [1]. Главными структурными составляющими цементного камня являются поры и различные гидратные новообразования, в основном представленные гидросиликатами кальция различной основности, гидроалюминатами и алюмоферритами кальция, портландитом, этtringитом и другими. Для создания цементного камня, состоящего из стабильных гидратных фаз с минимальным содержанием пор необходимо направленное регулирование процесса его структурообразования, чего можно добиться введением в исходную сырьевую смесь различных химических добавок. При этом, происходит изменение структуры цементной системы за счет изменения диапазона размеров кристаллитов новообразований, их морфологии, размещения их общего количества в межзерновом пространстве. Всё это позволяет получать плотные структуры цементного камня с небольшим содержанием микропор [2].

Наиболее распространенными добавками для цементных систем являются высокоактивные модификаторы на основе оксида кремния (микрокремнезем, микроглинозем, метакаолин и т.п.), которые благодаря своей высокой реакционной способности легко взаимодействуют с минералами цементного клинкера, а в некоторых случаях также выступают в качестве микронаполнителей [3]. Кроме того, для модификации структуры цементного камня в настоящее время активно используются комплексные добавки на основе наномодифицированного кремнезема и суперпластификатора (СП), которые согласно литературным данным [1,4,5,7], являются наиболее эффективными и перспективными.

Цель данной работы состояла в изучении влияния химических нано- и микродобавок на основе SiO_2 на процессы структурообразования и гидратации цементного камня.

Для получения цементных систем твердения использовали портландцемент, техническую воду, СП на основе поликарбоксилатных эфиров. В качестве модифицирующих добавок были выбраны комплексная наноразмерная добавка состава SiO_2 – СП, полученная с помощью золь-гель синтеза, по методике подробно изложенной в работе [6], метакаолин и натриевое жидкое стекло. Выбор модификаторов обусловлен тем, что они имеют родственное кристаллохимическое строение к минералам цементного клинкера и гидратным новообразованиям цементного камня, а также обладают полидисперсным составом. Основные характеристики используемых материалов представлены в таблице 1.

Таблица 1

Основные характеристики используемых материалов

№ п/п	Компонент (условное обозначение)	Нормативная документация	Марка	Химический состав	Размер частиц	
					ω, %	d, нм
1	2	3	4	5	6	7
1	Цемент (Ц)	ГОСТ 31108-2016 «Цементы общестроительные. Технические условия»	ЦЕМ I 42,5	3Ca·SiO ₂ – 62 % 2Ca·SiO ₂ – 13 % 3Ca·Al ₂ O ₃ – 7,5 % 4CaO·Al ₂ O ₃ ·Fe ₂ O ₃ – 11,5 %	31,9	50 000
					23,0	30 000
					39,0	12 000
					5,6	2000
2	Техническая вода (В)	ГОСТ 23732-2011 «Вода для бетонов и строительных растворов. Технические условия»	-	-	-	-
3	Супер-пластификатор (СП)	-	Sika® ViscoCrete® T100	Модифицированный поликарбокси-латный эфир – 100%	28,0	0,6
					39,3	15,2
					5,5	231,4
					27,3	23000
4	Комплексная наноразмерная добавка на основе SiO ₂ (КНД)	-	-	SiO ₂ ·nH ₂ O – 0,01 %, СП – 0,2 %	27,3	10
					39,3	5
					28,0	2
5	Натриевое жидкое стекло (ЖС)	ГОСТ 13078-81 «Стекло натриевое жидкое. Технические условия»	тех.	SiO ₂ – 33,76 %, Na ₂ O – 10,63 %	31,0	25
					44,0	56
					5,0	78
6	Метакаолин (МКЛ)	ТУ 23.99.19-004-34556001-2017	ВМК-45	Al ₂ O ₃ ·SiO ₂ SiO ₂ – 53 %, Al ₂ O ₃ – 47 %	24,0	1000
					65,0	2000
					7,0	4900

Для проведения исследований были получены модифицированные цементные системы – Ц – В – СП, Ц – В – СП – КНД, Ц – В – СП – МКЛ и Ц – В – СП – ЖС. В качестве эталонной была принята система без добавок Ц – В.

Фазовый состав цементного камня определяли рентгенодифрактометрическим методом на порошковом дифрактометре ARL X'TRA (CuK_α-излучение, λ = 1,541788 Å). Обработка полученных данных осуществлялась автоматически с использованием компьютерной программы PDWin 4.0 [8]. Степень гидратации цементных систем рассчитывали по содержанию фазы алита (3CaO·SiO₂ (C₃S)) путем сравнения их дифрактограмм с дифрактограммой образца чистого цементного клинкера [9]:

$$C_r(C_3S) = \left(1 - \frac{I_{\text{мод}}}{I_0}\right) \times 100\%$$

где I_{мод} – интенсивность дифракционного максимума при d = 2.75 Å фазы 3CaO·SiO₂ образцов разного состава по видам добавки и срокам гидратации цемента; I₀ – интенсивность дифракционного максимума при d = 2.75 Å фазы 3CaO·SiO₂ исходного цемента.

Анализ полученных данных (рис., табл. 2) позволил установить, что после 28 суток твердения во всех исследуемых системах фиксируется наличие низкоосновных тоберморитоподобных фаз состава xCaO·SiO₂·zH₂O, (CaO)_x·SiO₂·zH₂O, которые представляют собой аморфно-кристаллические пластинки неправильной формы. Также в системах присутствуют характерные для цементного камня фазы низко-(CaO·SiO₂·H₂O) и высокоосновных (2CaO·SiO₂·H₂O, 6CaO·4SiO₂·3H₂O) гидросиликатов кальция волокнистой и игольчатой морфологии. Помимо указанных фаз в цементной системе Ц – В – СП – МКЛ также фиксируется фаза гидроалюмината кальция (4CaO·Al₂O₃·13H₂O), которая представляет собой гексагональные пластинки. Кроме того, для всех исследуемых систем характерно незначительное количество остаточных непрореагировавших зерен цемента, которые представлены фазой алита (3CaO·SiO₂). Стоит отметить, что для исследованных цементных систем, кроме системы Ц – В – СП – КНД, характерно наличие фазы портландита (Ca(OH)₂), которая может оказывать отрицательное влияние на их прочностные свойства.

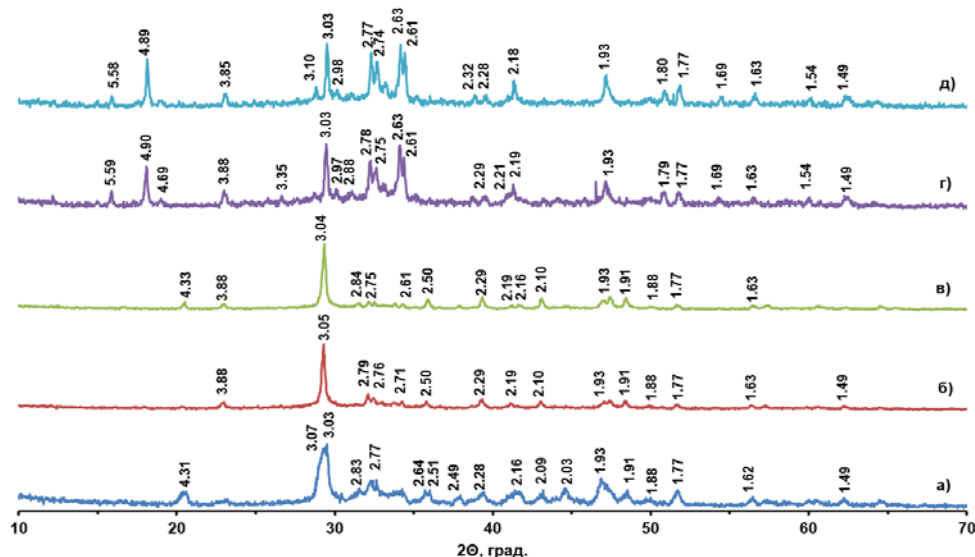


Рисунок – Дифрактограммы исследуемых цементных систем твердения
 а) Ц – В; б) Ц – В – СП; в) Ц – В – СП – КНД; г) Ц – В – СП – МКЛ; д) Ц – В – СП – ЖС
 (продолжительность твердения 28 суток)

$x\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2\cdot z\text{H}_2\text{O}$ ($d = 3.06, 2.80, 2.65, 2.14, 2.06$); $(\text{CaO})_x\cdot\text{SiO}_2\cdot z\text{H}_2\text{O}$ ($d = 3.05, 2.93, 2.31, 1.67, 1.62$);
 $\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2\cdot\text{H}_2\text{O}$ ($d = 4.24, 3.01, 2.78, 2.50, 1.89$); $2\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2\cdot\text{H}_2\text{O}$ ($d = 2.92, 2.75, 1.93, 1.86, 1.75$);
 $6\text{CaO}\cdot 4\text{SiO}_2\cdot 3\text{H}_2\text{O}$ ($d = 4.31, 3.11, 2.65, 2.26, 2.07$); $4\text{CaO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3\cdot 13\text{H}_2\text{O}$ ($d = 3.90, 2.69, 2.23, 1.93, 1.66$);
 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ($d = 3.11, 2.63, 1.93, 1.79, 1.49$); $3\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2$ ($d = 2.75, 2.61, 2.18, 1.76, 1.48$)

Таблица 2

Фазовый состав и степень гидратации исследуемых цементных систем

№ п/п	Система	Фазовый состав и морфология гидратных новообразований	C_T , %
1	Ц – В	$\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2\cdot\text{H}_2\text{O}$ / иглы; $6\text{CaO}\cdot 4\text{SiO}_2\cdot 3\text{H}_2\text{O}$ / волокна; $x\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2\cdot z\text{H}_2\text{O}$ / аморфно-кристаллические пластинки; $\text{Ca}(\text{OH})_2$ / пластинчато-призматические кристаллы; $3\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2$	65
2	Ц – В – СП	$x\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2\cdot z\text{H}_2\text{O}$ / аморфно-кристаллические пластинки; $2\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2\cdot\text{H}_2\text{O}$ / волокна, пучки волокон; $\text{Ca}(\text{OH})_2$ / пластинчато-призматические кристаллы; $3\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2$	73
3	Ц – В – СП – КНД	$(\text{CaO})_x\cdot\text{SiO}_2\cdot z\text{H}_2\text{O}$, $x\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2\cdot z\text{H}_2\text{O}$ / аморфно-кристаллические пластинки; $6\text{CaO}\cdot 4\text{SiO}_2\cdot 3\text{H}_2\text{O}$ / волокна; $2\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2\cdot\text{H}_2\text{O}$ / волокна, пучки волокон; $3\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2$	93
4	Ц – В – СП – МКЛ	$(\text{CaO})_x\cdot\text{SiO}_2\cdot z\text{H}_2\text{O}$ / аморфно-кристаллические пластинки; $4\text{CaO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3\cdot 13\text{H}_2\text{O}$ / прямоугольные удлиненные кристаллы или гексагональные пластинки; $\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2\cdot\text{H}_2\text{O}$ / иглы; $\text{Ca}(\text{OH})_2$ / пластинчато-призматические кристаллы; $3\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2$	77
5	Ц – В – СП – ЖС	$(\text{CaO})_x\cdot\text{SiO}_2\cdot z\text{H}_2\text{O}$ / аморфно-кристаллические пластинки; $2\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2\cdot\text{H}_2\text{O}$ / волокна, пучки волокон; $\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2\cdot\text{H}_2\text{O}$ / иглы; $\text{Ca}(\text{OH})_2$ / пластинчато-призматические кристаллы; $3\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2$	75

Расчет значений степени гидратации модифицированных цементных систем позволил установить, что по сравнению с эталонной системой Ц – В наибольшим значением C_T – 93 %, обладает система Ц – В – СП – КНД. Цементные системы с добавками метакаолина и натриевого жидкого стекла характеризуются значениями C_T – 77 и 75 % соответственно.

Таким образом, КНД на основе SiO_2 является наиболее перспективным модификатором структуры цементного камня, поскольку способствует достаточно быстрому протеканию процессов гидратации цементного клинкера, а также формированию в системе низко- и высокоосновных гидросиликатов кальция, которые представляют собой аморфно-кристаллические пластинки и кристаллиты в виде иголок, волокон. Такие новообразования способны формировать плотную структуру, без пор и пустот, что обеспечит высокие прочностные свойства модифицированной цементной системе.

Так как все используемые добавки представляют собой вещества на основе оксида кремния, они способны выступать в качестве готовых центров кристаллизации и принимать непосредственное участие в химическом взаимодействии с минералами цементного клинкера при гидратации цемента. Однако, в отличие от метакаолина и жидкого натриевого стекла, частицы SiO_2 входят в состав КНД в нанодисперсном, аморфном состоянии, за счет чего обладают высокой удельной поверхностью, что позволяет им также выполнять каталитическую роль и, соответственно ускорять процессы гидратации цементного клинкера, а также проявлять высокую пуццолановую активность.

Таким образом, КНД состава наноразмерные частицы SiO_2 – СП может быть эффективна при модифицировании цементного камня, поскольку оказывают положительное влияние на процессы его структурообразования и гидратации.

Список использованных источников

1. Артамонова О. В., Славчева Г. С., Чернышов Е. М. Эффективность применения комплексных наноразмерных добавок для цементных систем // Неорганические материалы. 2017. Т. 53. № 10. С. 1105 – 1110.
2. Макридин Н.И., Королев Е.В., Максимова И.Н. Структурообразование и конструкционная прочность цементных композитов: монография. М.: МГСУ, 2013. 152 с
3. Пашенко А.А. Теория цемента. Киев: Будівельник, 1991. 168 с.
4. Гамалий Е.А., Трофимов Б.Я., Крамар Л.Я. Структура и свойства цементного камня с добавками микрокремнезема и поликарбоксилатного пластификатора // Вестник Южно-Уральского государственного университета. 2009. №16. С. 29 – 35.
5. Zapata L.E., Portela G., Suárez O.M., Carrasquillo O. Rheological performance and compressive strength of superplasticized cementitious mixtures with micro/nano- SiO_2 additions // Construction and Building Materials. 2013. V. 41. P. 708 – 716.
6. Артамонова О.В. Синтез наномодифицирующих добавок для технологии строительных композитов: монография. Воронеж: Воронежский ГАСУ, 2016. 100 с.
7. Доровских, Д. В. Структура и свойства бетонных композитов, полученных с применением отсевов дробления без их обогащения и фракционирования / Д. В. Доровских // Строительство: новые технологии - новое оборудование. – 2018. – № 3. – С. 20-23.
8. JCPDS – International Centre for Diffraction Data [Электронный ресурс]. © 1987 – 1995. JCPDS – ICDD. Newtown Square, PA. 19073. USA.
9. Bullard J.W., Jennings H.M., Livingston R.A. Mechanisms of Cement Hydration // Cement Concrete Research. 2011. V. 41. P. 1208 – 1223.

Исследования выполнены с использованием специализированного оборудования Центра коллективного пользования им. профессора Ю.М. Борисова ВГТУ

УДК 624

67.29.03: общая типология объектов строительства

ПРИЧИНЫ ПРОГРЕССИРУЮЩЕГО РАЗРУШЕНИЯ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

Худяков А.В.,

*ФГБОУ «Тамбовский государственный технический университет», доцент кафедры
«Конструкции зданий и сооружений»
e-mail: chudajkov@mail.ru*

Тафинцева О.Ю.,

*ФГБОУ «Тамбовский государственный технический университет», магистрант
«Конструкции зданий и сооружений»
e-mail: tolur32@mail.ru*

Проведен анализ причин аварий зданий и сооружений при прогрессирующем разрушении, рассмотрены вопросы защиты строительных конструкций от прогрессирующего обрушения, живучести зданий

Ключевые слова: прогрессирующее разрушение, аварии, особые воздействия, здания и сооружения, расчетная схема.

Проблема обеспечения безопасности зданий и сооружений стала особенно актуальной в последние годы. В период спада производства в 90-е годы прошлого столетия много предприятий было остановлено и законсервировано. Все это послужило в значительной мере причиной снижения работоспособности несущих и ограждающих конструкций, повреждению и разрушению зданий и сооружений. Аварии объектов капитального строительства приводят к существенным экономическим потерям и человеческим жертвам.

Особое внимание следует уделить прогрессирующему разрушению зданий и сооружений. Термин «прогрессирующее разрушение» появился относительно недавно, и, как отмечено в [3], это последовательное (цепное) разрушение несущих строительных конструкций, приводящее к обрушению всего здания или сооружения, или его частей вследствие начального локального разрушения.

В большинстве случаев катастрофические ситуации становятся результатом комплекса ошибок, в ряду которых первое место занимают просчёты проектировщиков. Поэтому особо следует обратить внимание на недостатки проектных решений отдельных зданий и сооружений, которые в совокупности с низким качеством строительно-монтажных работ могут привести к обрушению:

- недостаточное обеспечение пространственной жесткости и устойчивости полносборных зданий как в процессе монтажа, так и при их эксплуатации;
- неправильный учёт действующих на системы нагрузок и других силовых воздействий;
- ошибки в расчётах конструкций, отличие принятой расчетной схемы от действительной работы конструкций;
- изменения проектных решений в процессе строительства;
- недостаточная проработка отдельных узлов, стыков сопряжений несущих конструкций;
- отсутствие в проектах указаний о мерах по обеспечению устойчивости конструкций при строительстве зданий на просадочных грунтах и др.

В настоящее время с распространением различных расчетных комплексов на основе метода конечных элементов у проектировщиков появился доступный мощный инструмент для исследования и детального анализа строительных конструкций, зданий и сооружений в целом без значительных затрат, сравнить несколько вариантов конструктивного решения и выбрать оптимальный. Сегодня необходим пересмотр методологии проектирования с учетом новых возможностей систем автоматизированного проектирования для создания новой единой и четкой концепции нормативной базы для защиты зданий и сооружений от прогрессирующего обрушения

К обрушению сооружений приводит применение новых конструкций без ясного представления об их работе в процессе возведения и эксплуатации, без должной изученности и экспериментальной проверки. Наиболее вероятными причинами разрушений также являются нарушение технологии изготовления конструкций, использование некачественных материалов, нарушение условий транспортировки и хранения.

Несоблюдение технологии проведения строительно-монтажных работ, в том числе несоблюдение правил техники безопасности, становилось причиной обрушения здания в более 50% случаев. Часто происходит прогрессирующее обрушение в следствии хрупкого разрушения при увеличении количества микротрещин.

В практике строительства имеют место аварии из-за дефектов инженерно-геологических и гидрогеологических изысканий: недостаточной полноты исследований, что приводит к неполноценным проектным решениям фундаментов зданий и сооружений; недостаточного учёта влияния подземных коммуникаций, расположенных вблизи строящихся зданий и др.

Обрушаются конструкции, а порой здания и сооружения в процессе неправильной эксплуатации в результате перенапряжения несущих конструкций и их элементов из-за установки дополнительного оборудования, не предусмотренного технологическим проектом, замены одного оборудования другим с большими динамическими нагрузками, дополнительной пробивки отверстий и борозд в конструкциях, установкой дополнительных перегородок и т.д. Известны случаи, когда при восстановлении полов цементно-песчаная стяжка нового покрытия укладывалась по старому. Дефекты возникают также вследствие значительной вибрации оборудования.

Другими причинами прогрессирующего разрушения могут служить такие воздействия и их комбинации, как землетрясение большой силы, ураган, осадки и карстовые явления, пожар, взрыв, удар, взрыв+ пожар, удар+ взрыв и т. д.

Основное средство защиты зданий и сооружений от прогрессирующего обрушения - это обеспечение необходимой прочности несущих элементов, обеспечение несущей способности колонн, ригелей, диафрагм, дисков перекрытий и стыков конструкций, создание неразрезности перекрытий, повышение пластических свойств связей между колоннами и ригелями, между перекрытиями и конструкциями каркаса, вовлечение в работу пространственной системы не несущих элементов.

Именно действующие не несущие конструктивные элементы (так называемые связи) при локальных воздействиях препятствуют превращению цельной статически неопределенной системы в геометрически изменяемую (последнее предполагает возможность прогрессирующего обрушения). Таким образом, именно связи делают невозможным прогрессирующее обрушение.

Возможны три варианта локального воздействия на здание и, соответственно, три варианта решения проблемы:

- сооружение после аварийного воздействия не получает повреждений за пределами локального участка;
- сооружение после аварийного воздействия сохраняет несущую способность, но становится непригодным к нормальной эксплуатации;
- сооружение после аварийного воздействия не пригодно к эксплуатации, но сохраняет свою форму настолько, чтобы люди могли безопасно его покинуть.

В соответствии с этим, состояние зданий и сооружений получили классификацию по следующим уровням разрушения:

- 1 уровень - отдельных конструктивных элементов здания.
- 2 уровень - характерных групп конструктивных элементов здания.
- 3 уровень - пространственной системы из нескольких характерных групп конструктивных элементов.
- 4 уровень - здания в целом как объекта, состоящего из нескольких характерных групп конструктивных элементов пространственной системы, тем или иным способом связанных друг с другом.

Важной характеристикой сооружения с точки зрения противостояния прогрессирующему обрушению является его «живучесть». «Живучесть» - это свойство конструкции частично или полностью обеспечивать её функциональное назначение (работоспособность) при отказе отдельных конструктивных элементов, противостоять развитию критических отказов из-за дефектов и повреждений, сохраняя ограниченную работоспособность при выходе из строя некоторых конструктивных компонентов. К сожалению, методики проверки строительных конструкций на живучесть в настоящее время не существует.

В заключение важно отметить, что каждое здание является индивидуальным в архитектурно-планировочном решении. Расчёт зданий с различной конструктивной схемой рационально проводить методами, основанными как на общем усилении прочности и жесткости всей схемы, так и методами, основанными на эффективном перераспределении усилий в конструктивной схеме. Расчёт наиболее опасных участков конструкции при прогрессирующем обрушении позволяют провести их местное усиление, что в последствии приведет к предотвращению разрушения, сокращению объёмов разрушений или исключит возможность распространения лавинообразного обрушения элементов каркаса здания при перераспределении веса конструкции.

Нормы проектирования и строительства – вот, что должно учитывать и регламентировать профилактику прогрессирующего разрушения.

Список использованных источников

1. Алмазов, В. О. Сопротивление прогрессирующему обрушению: расчеты и конструктивные мероприятия / В.О. Алмазов // Вестник ЦНИИСК им. В.А. Кучеренко «Исследования по теории сооружений» №1 (XXXVI), 2009 – С.179–194.
2. Рекомендации по предотвращению прогрессирующих обрушений крупнопанельных зданий. М., 1999
3. СП 385.1325800.2018 Защита зданий и сооружений от прогрессирующего обрушения. Правила проектирования. Основные положения. М., 2019

МЕТОДЫ КАПИТАЛЬНОГО РЕМОНТА И РЕКОНСТРУКЦИИ ДОРОЖНЫХ ОДЕЖД С ЦЕМЕНТОБЕТОННЫМИ ПОКРЫТИЯМИ

Бондарев Б.А.,

*ФГБОУ ВО «Липецкий государственный технический университет», профессор,
e-mail: lnsf-48@mail.ru*

Корочкин А.В.,

*ФГБОУ ВО «Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет», доцент,
e-mail: lnsf-48@mail.ru*

Коста А.А.,

*ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет», доцент,
e-mail: KostaAA@mgsu.ru*

Корнеева А.О.,

*ФГБОУ ВО «Липецкий государственный технический университет», доцент,
e-mail: 2010anasta@mail.ru*

При капитальном ремонте и реконструкции дорожных одежд с цементобетонными покрытиями выполняются работы по усилению (повышению прочности) и уширению дорожных одежд с цементобетонными покрытиями [1]:

– устройство слоев усиления из асфальтобетонных смесей поверх старого цементобетонного покрытия без нарушения его сплошности;

– предварительное дробление старого цементобетонного покрытия на блоки и уплотнение полученного материала основания с предварительной россыпью и распределением песка для заполнения просветов между блоками;

– устройство слоя усиления цементобетона поверх старого цементобетонного покрытия.

При капитальном ремонте и реконструкции цементобетонного покрытия укладка поверх него слоя асфальтобетона является традиционным наиболее распространенным способом ремонта. В этом случае старое цементобетонное покрытие становится несущим слоем основания. При этом общая толщина слоев асфальтобетона должна определяться с учетом расстояния между швами существующего покрытия, климатическими условиями района, транспортными нагрузками, применяемыми материалами и другими техническими и экономическими характеристиками объекта и составляет, как правило, 10-20см [1].

Однако к выбору толщины слоя асфальтобетона следует относиться очень внимательно. Считается, что устройство дополнительных слоёв асфальтобетонного покрытия жёсткой дорожной одежды приводит к увеличению прочности и долговечности конструкции. Однако в большинстве случаев наблюдается обратная тенденция: чем больше толщина асфальтобетонных слоёв, тем больше дефектов имеет покрытие и тем хуже его состояние [2].

Исследования показывают, что устройство верхнего слоя конструкции дорожной одежды из асфальтобетона небольшой толщины в качестве защитного слоя износа существенно повышают ее долговечность. Но при этом не стоит забывать, что слишком тонкий слой асфальтобетона не сможет противостоять образованию отраженных трещин. Поэтому для эффективной работы конструкции при её проектировании и строительстве необходимо предусмотреть специальные мероприятия.

В случае ремонта дорожной одежды с асфальтобетонным покрытием на цементобетонном основании слой старого асфальтобетона удаляется с помощью фрезерования. В качестве материала слоя усиления при капитальном ремонте цементобетонного покрытия рекомендуются полимерасфальтобетон, который обладает повышенной прочностью эластичностью и теплостойкостью. Полимер асфальтобетонные должны отвечать требованиям ГОСТ 9128-2013 «Смеси асфальтобетонные, полимер асфальтобетонные, асфальтобетон, полимерасфальтобетон для автомобильных дорог и аэродромов. Технические условия».

Широкое применение при ремонте дорожных покрытий получили армирующие трещинопрерывающие прослойки из геосинтетических материалов, которые укладываются между монолитными слоями

дорожной одежды, и над швами монолитной цементобетонной плиты, что значительно увеличивает трещиностойкость асфальтобетонного покрытия.

Метод предварительного дробления старого цементобетонного покрытия предполагает полную замену цементобетонного покрытия. При этом старое покрытие дробится до состояния щебня крупной фракции и равномерно распределяется по дороге. Затем при необходимости можно добавить щебень более мелкой фракции или песок для заполнения оставшихся пор. В результате получаем прочное основание из щебня устроенное по методу заклинки.

По этому основанию можно укладывать как асфальтобетонное, так и цементобетонное покрытие.

Дробление бетона можно производить с помощью гидромолотов, установленных на экскаваторы, бетоноломов или с помощью специальной машины, оснащенной виброрезонансным оборудованием.

Плюсы данного метода ремонта очевидны: простота и технологичность. Однако есть и минусы:

– срок службы асфальтобетонного покрытия на много меньше цементобетонного и его придется ремонтировать гораздо чаще;

– при интенсивной эксплуатации дорожной высока вероятность проявления трещин, выбоин, образования колеи и т.д.

Как уже говорилось выше, перекрытие требующего реконструкции цементобетонного покрытия слоями асфальтобетона до последнего времени являлось основным способом ремонта жестких покрытий. Именно так были отремонтированы автомобильные дороги А-107 (Малое Московское Кольцо) и А-108 (Большое Московское кольцо) и проведена реконструкция МКАД.

Для армирования покрытий применяется арматура периодического профиля. Диаметр арматуры подбирается с учетом минимального раскрытия трещин и принятой технологии строительства. Армирование покрытий можно осуществлять плоскими сварными или вязаными сетками, сварными каркасами, отдельными арматурными стержнями. Арматуру необходимо располагать в середине слоя усиления. Поперечные швы сжатия и расширения на слое усиления не устраиваются. Продольные швы в зависимости от количества поперечной арматуры устраиваются через 3,75 м по типу ложных или через 7,5 м по типу шпунта.

Неоспоримым плюсом метода усиления дорожной одежды цементобетонном является получение в результате ремонта жесткого покрытия, способного выдерживать большие нагрузки и имеющего срок службы, значительно превышающий срок службы покрытия из асфальтобетона [3, 5].

Минусом же является необходимость закрывать движение на ремонтируемом участке дороги не менее чем на 15-20 дней – на время проведения ремонта и на период набора вновь уложенным цементобетонным покрытием необходимой прочности. Видимо по этому данный метод не получил распространения в России.

Стоит отметить, что в настоящее время цементобетон в качестве верхнего слоя ремонтируемого дорожного покрытия на равных конкурирует с асфальтобетонном. Устройство цементобетонного покрытия на основании из вторичного щебня, полученного при дроблении старого бетонного покрытия, и усиление дорожной одежды новым слоем цементобетона позволяет сохранить высокие прочностные показатели дорожной одежды жесткого типа и значительно увеличить её долговечность [4, 6].

Список использованных источников

1. ОДМ 218.3.028-2013 Методические рекомендации по ремонту и содержанию цементобетонных покрытий автомобильных дорог;
2. Корочкин, А.В. Влияние толщины верхних слоев жесткой дорожной одежды на состояние покрытия / А.В. Корочкин // Транспортное строительство. – 2009. – №1, – С 10-11;
3. Капитальный ремонт цементобетонных покрытий автомобильных дорог. Вып.4. ФГУП «Информавтодор-М.», 2008. – 56 с.;
4. Сильянов, В.В. Транспортно-эксплуатационные качества автомобильных дорог / В.В. Сильянов. – Москва: Транспорт, 1984.-287 с.;
5. Доровских, Д. В. Структура и свойства бетонных композитов, полученных с применением отсева дробления без их обогащения и фракционирования / Д. В. Доровских // Строительство: новые технологии - новое оборудование. – 2018. – № 3. – С. 20-23.
6. Доровских, Д. В. Анализ состава, свойств и микроструктурных особенностей отсева дробления гранита как сырья для производства мелкозернистых бетонов / Д. В. Доровских // Устойчивое развитие региона: архитектура, строительство, транспорт : Материалы 2-й международной научно-практической конференции института архитектуры, строительства и транспорта Тамбовского государственного технического университета, Тамбов, 25 сентября 2015 года. – Тамбов: Издательство Першина Р.В., 2015. – С. 74-77.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ LTE СИГНАЛОВ ОПЕРАТОРОВ СОТОВОЙ СВЯЗИ ДЛЯ ОРГАНИЗАЦИИ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫХ РЕСУРСОВ

Загородников М.А.,

*ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», магистрант
e-mail: zaga1985@gmail.com*

Давыдова Д.В.,

*ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», старший преподаватель
кафедры «Системы автоматизированной поддержки принятия решений»
e-mail: upiakvk.tstu@gmail.com*

Васильев С.А.,

*ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», доцент кафедры
«Системы автоматизированной поддержки принятия решений, к.т.н., доцент
e-mail: vsa_mail@mail.ru*

Для предоставления телефонной связи в районах, неподготовленных в отношении связи, необходима организация потока E1 (рекомендация ИТУ-T G.703 (11/2001)) [1-3], при этом значительное время занимает разворачивание средств привязки (прокладка кабельной линии связи, организация радиорелейного интервала и т.д.). Одновременно необходимо заключить соглашения по предоставлению телекоммуникационных ресурсов с операторами связи, представленными на данной территории.

С целью сокращения времени, а так же задействования различных операторов связи при организации линии привязки, авторами предлагается организацию линии привязки осуществить с использованием сети «Интернет».

В рамках данной статьи рассмотрена возможность применения телекоммуникационного оборудования бытового назначения (Рисунок 1).

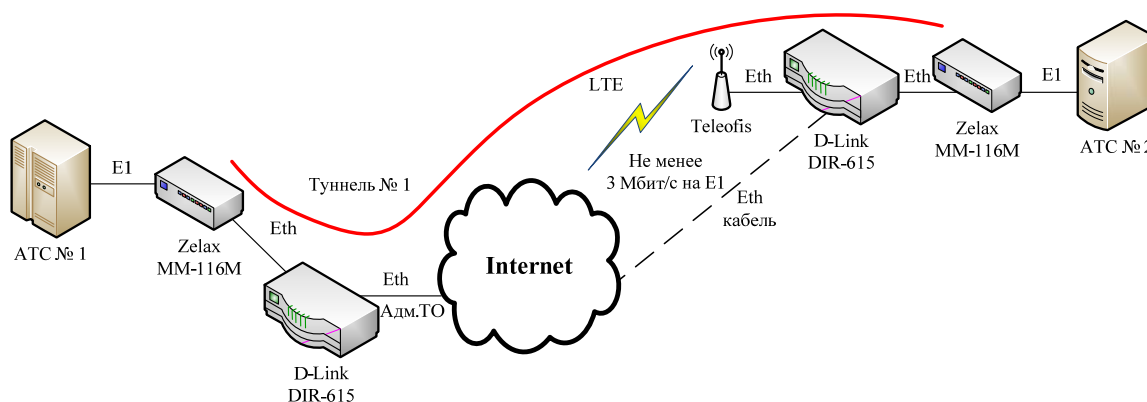


Рисунок 1 – Организация взаимодействия АТС по потоку E1 с использованием «бытового» оборудования

Для реализации данной задачи выделен один статический IP адрес. Особенностью используемого протокола является «клиент-серверное» применение. При этом оборудование, которому присвоен статический IP адрес, настроено в качестве сервера, а оборудование с динамической адресацией – клиент.

Данное решение обладает рядом преимуществ:

- время организации потока E1 составляет 5 минут после организации электропитания (при наличии необходимой полосы пропускания оператора сотовой связи);
- возможно задействование телекоммуникационных ресурсов сети «Интернет» с использованием подключения как по «витой паре», так и Wi-Fi (использование Wi-Fi необходимо учесть при настройке «клиентского» оборудования);

- масштабируемость решения: решение позволяет организовать вынос абонентской емкости АТС и т.п., работоспособность схемы связи проверена на оборудовании отечественного производства Zelax MM-227 по организации абонентской линии АТС с использованием сети «Интернет» (Рисунок 2);

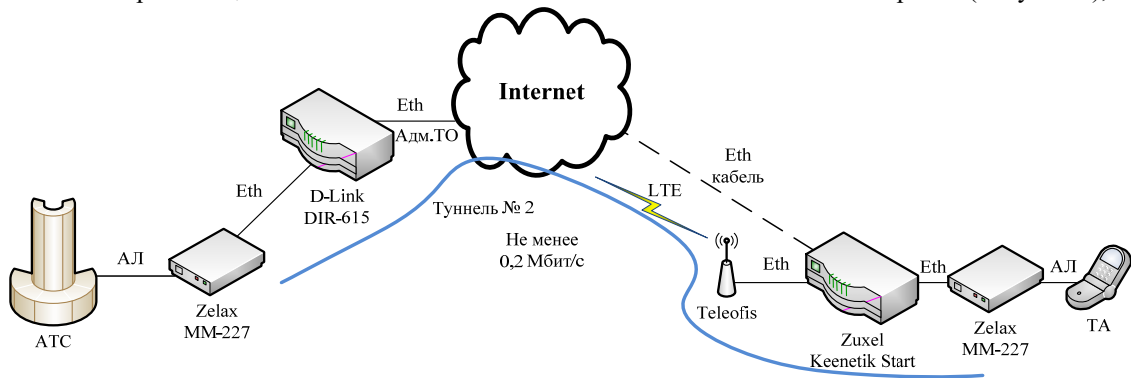


Рисунок 2 – Организация выноса абонентской емкости АТС

Решение на базе бытового оборудования с поставленной задачей в целом справляется, при этом имеется ряд существенных недостатков:

- блокировка используемого протокола туннелирования PPTP (использование данного протокола обусловлено ограниченными возможностями применяемого оборудования) некоторыми операторами связи в виду большого числа одновременных подключений (задействовано большое число портов);
- изменение заводской прошивки маршрутизаторов D-Link DIR-615;
- значительная нагрузка на процессор маршрутизаторов D-Link DIR-615;
- увеличение нагрузки на процессор маршрутизаторов D-Link DIR-615 при подключении дополнительных клиентских точек;
- недостаточное охлаждения процессора маршрутизаторов D-Link DIR-615;
- необходимость разработки и применения прикладного программного обеспечения для организации доступности удаленных подсетей;

Для устранения выше перечисленных недостатков проведен анализ современного телекоммуникационного оборудования. В результате анализа принято решение на использование для данного решения оборудования сегмента малых офисов Mikrotik RB750Gr3 (Рисунок 3).

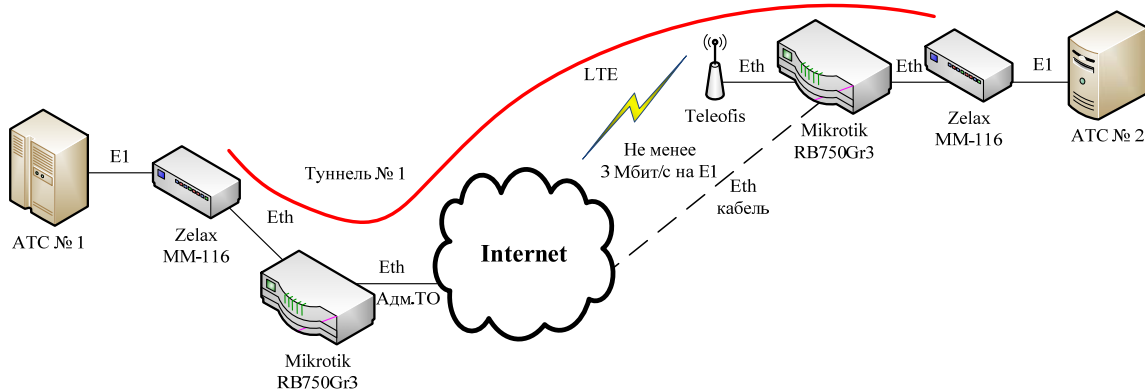


Рисунок 3 – Организация взаимодействия АТС по потоку E1 с использованием современного телекоммуникационного оборудования

Применение Mikrotik RB750Gr3 позволило:

- отказаться от протокола PPTP в пользу протокола L2TP (возможно применение протокола OpenVPN, при этом нагрузка на процессор возрастает) без изменения заводской прошивки и, как следствие, без нарушения соглашения о гарантийном обслуживании;
- отказаться от использования скриптов за счет применения протокола динамической маршрутизации OSPF;
- организовать канал Ethernet за счет использования протокола EoIP для установки на него оборудования видеосвязи (данное решение исключает из схемы организации видеосвязи из неподготовленных мест мультимплексор МП-8).

Данное решение имеет ряд практических применений при организации связи как из неподготовленных мест (вынос емкости АТС, поток Е1 привязки к АТС), так и из мест стационарного базирования (организация потоков Е1 стационарной сети связи между АТС, при аварийных ситуациях).

Список использованных источников

1. Википедия. 2009. "Протоколы тунелирования." https://en.wikipedia.org/wiki/Tunneling_protocol
2. RFC2637 Point-to-Point Tunneling Protocol. 1999. "Point-to-Point Tunneling Protocol." Accessed December 31, 1999. <https://tools.ietf.org/html/rfc2637>
3. RFC2661 Layer Two Tunneling Protocol "L2TP". 1999. "Layer Two Tunneling Protocol "L2TP"." Accessed August 1, 1999. <https://tools.ietf.org/html/rfc2661>

УДК 004.932 Обработка изображений
20.53.19: Средства обработки и поиска информации

АНАЛИЗ И ОБРАБОТКА СИГНАЛА С ЛИНЕЙНОЙ ГИПЕРСПЕКТРАЛЬНОЙ КАМЕРЫ

Зверев М.В.,

*ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», студент магистратуры,
кафедра «Мехатроника и технологические измерения»
e-mail: 070898q@gmail.com*

Манухин С.Н.,

*ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», студент магистратуры,
кафедра «Мехатроника и технологические измерения»
e-mail: sergei199522@mail.ru*

Альвардат М.Я.,

*ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», студент магистратуры,
кафедра «Мехатроника и технологические измерения»
e-mail: moh.alwardat@yahoo.com*

Венцеров А.В.,

*ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», студент магистратуры,
кафедра «Мехатроника и технологические измерения»
e-mail: alex.ventcerov@yandex.ru*

Мисюра В.А.,

*ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», студент магистратуры
«Мехатроника и технологические измерения»
e-mail: vlamisyr@mail.ru*

За последние 10 лет технологии получения гиперспектрального изображения шагнули далеко вперед, камеры стали компактнее, а получаемое изображение, качественнее, в связи с этим открываются новые сферы применения гиперспектрального изображения. В этой статье мы рассмотрим методы получения и анализа гиперспектрального изображения в целях применения гиперспектрального анализа для обнаружения ткани яблока из фона. Искомым объектом контроля выступает ткань растения, насыщенная хлорофиллом. Захват объекта контроля позволяет проводить отбор, анализ формы объекта и измерения его параметров, что может быть использовано как на крупных аграрных предприятиях, так и в частном пользовании.

В ходе исследования цели были поставлены следующие задачи: Собрать установку для получения гиперспектральных изображений; Провести исследования для получения и обработки спектральных изображений; Разработать алгоритм который позволяет выделить объект из фона; Провести анализ гиперспектральных изображений.

Гиперспектральное изображение – это изображение, которое представляет собой трехмерный массив данных или так называемый гиперкуб, который состоит из пространственной информации об объекте, а так же дополнительную информацию по каждой координате.

Спектрограмма представляет графическое изображение спектра сигнала, выполненное анализатором спектра. Анализатор спектра строит график, наглядно показывающий наличие и уровни различных частотных составляющих в сигнале.

Для получения гиперспектральных изображений рассмотрим рисунок 1. Съемка поверхности объекта контроля 2 была осуществлялась при помощи гиперспектральной камеры 3 specim FX10. Specim FX10 имеет спектральный диапазон от 400 до 1000 нм; разрешение камеры 1024 пикселя; скорость съемки захвата изображения 330 кадров в секунду; имеет регулируемый угол обзора.

Камера 3 позволяет получать спектрограмму объекта контроля 2, представляющую массив из 224 значений, несущих информацию о мощности отраженного от объекта излучения от источников света 5 в диапазоне 400..1000 нм с шагом 2,7 нм. В качестве источников света использовалась галогеновая лампа. Для сканирования объекта, камеру перемещали при помощи станка с ЧПУ *HIGH-Z S-400*, 4 который имеет регулируемую скорость перемещения. В роли обрабатывающего устройства выступал компьютер 1 с рукописной программой.

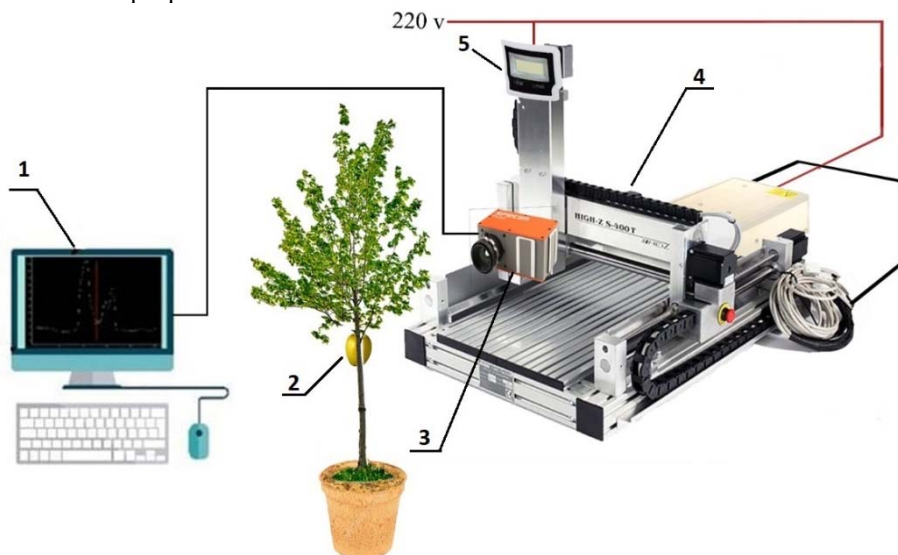


Рисунок 1 – Модель установки для получения гиперспектральных изображений

Различные материалы поглощают ИК излучение на определенном диапазоне длин волн. Анализируя гиперспектральное изображение, есть возможность рассматривать различные его части на требуемой длине волны. Изображение получаемое с камеры представляет собой линию из 1024 точек, каждая точка содержит информацию о интенсивности излучения на определенной длине волны (224 значения). Если перемещать камеру и делать множество снимков, можно соединить их в 224 изображения в оттенках серого (черный – отсутствие интенсивности излучения на данной длине волны, белый – максимальный уровень излучения на данной длине волны), где первое изображение соответствует длине волны 400 нм, а последнее 1000 нм. Программа, написанная на языке python, сшивает полученный с камеры массив данных в множество изображений в оттенках серого, и записывает их на носитель. Диапазон интенсивности излучения в данных, получаемых с камеры равен 0..4095, следовательно чтобы представить эти данные в оттенках серого требуется произвести нормализацию данных и привести их к диапазону 0..255. Для нормализации следует применять максимальное и минимальное значение полученных данных, так как если нормализовать изображение по всему возможному диапазону, разница между пикселями будет незначительной. К полученным изображениям возможно применить стандартные методы технического зрения для поиска объекта контроля, удаления шумов и фона, а также поиска других деталей изображения.

Рассмотрим полученные изображения (рисунок 2 и рисунок 3), на данных рисунках представлено одно изображение на разных длинах волн. Видно что зеленая часть растения позади объекта контроля поглощает излучение на длине волны 772 нм и отражает его на длине волны 890 нм, это может быть использовано для упрощения выделения объекта контроля на фоне других объектов путем создания бинарных масок.

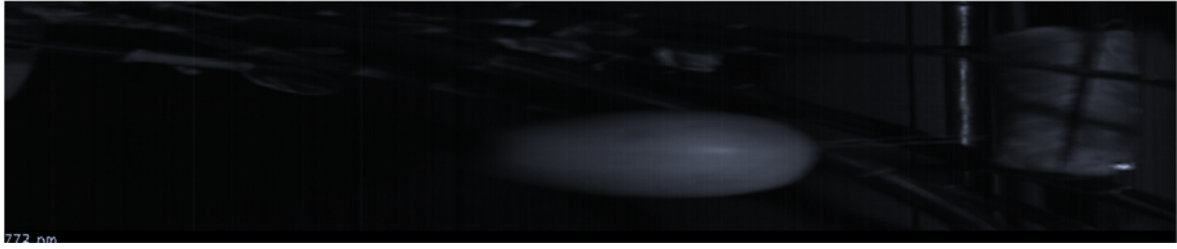


Рисунок 2 – Изображение отображающее интенсивность излучения на длине волны 772 нм

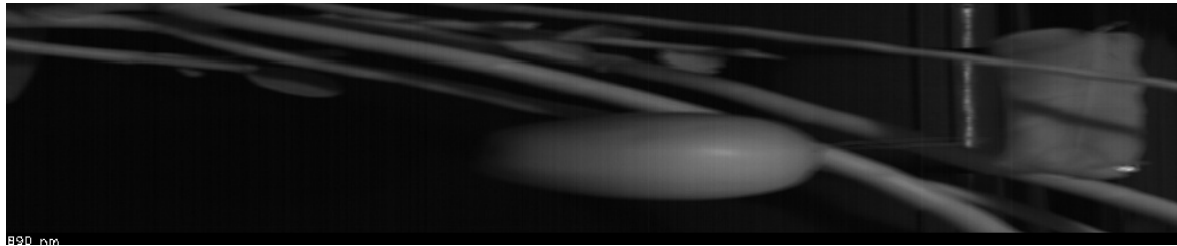


Рисунок 3 – Изображение отображающее интенсивность излучения на длине волны 890 нм

Применив операцию бинаризации изображения и выполнив простейшие операции морфологии (в данном случае была применена операция эрозии для удаления мелких объектов попавших в заданный диапазон, а также шумов) для удаления шума с изображения, мы получаем следующие изображения-маски (рисунок 4 и рисунок 5).



Рисунок 4 – бинаризованное изображение (772 нм)



Рисунок 5 – бинаризованное изображение (890 нм)

На рисунке 3, соответствующему длине волны 890 нм, помимо объекта контроля также выделяется фон. На рисунке 2 явно виден лишь объект контроля. Зная спектры поглощения фоновых материалов можно получить комбинацию бинарных изображений (в которых поочередно будут пропадать фоновые детали), к которым можно применить операцию логического умножения и получить на выходе маску, содержащую координаты объекта контроля (рисунок 6).



Рисунок 6 – маска, содержащая объект контроля

На рисунке 3 объект контроля ярче, чем на рисунке 2, но на рисунке 4 фоновый объект может серьезно усложнить задачу обработки изображения, применив к нему маску (рисунок 6) мы можем рассматривать непосредственно объект контроля (таким же образом его можно рассматривать и на другой длине волн). Изображение с наложенной маской показано на рисунке 7.

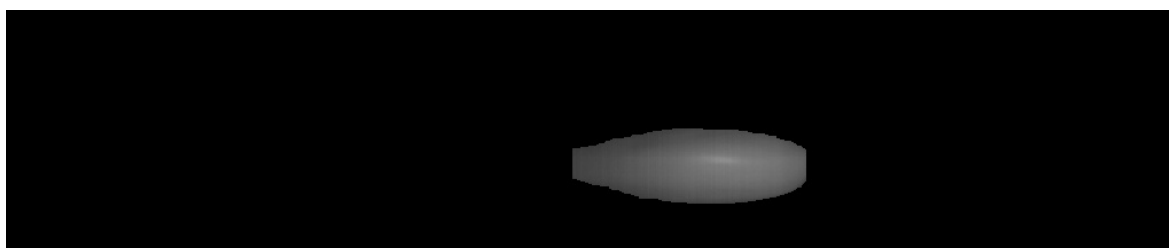


Рисунок 7 – изображение (соответствующее длине волны 890 нм) с наложенной маской

Теперь, зная координаты объекта контроля, мы можем рассматривать его контуры, искать какие либо повреждения на нем (поскольку необработанное изображение является гиперкубом, мы можем рассматривать различные свойства объекта контроля на заданном диапазоне длин волн).

После получения информации о положении объекта контроля мы можем проводить анализ интенсивности отражения на различных длинах волн. Рассмотрим пример обработки данных. Для обработки гиперспектрального изображения на наличие растительной ткани необходимо из массива данных построить трехмерную гистограмму. Хлорофилл *a* более полно поглощает свет с длиной волны 670, 680, 700 и 435 нм, а хлорофилл *b* – 650 и 480 нм. Следовательно при наличии растительной ткани на гистограмме в данных значения длин волн будут «ямы».

Для построения гистограммы будет использована программа MATLAB (рисунок 8).

За ось *X* возьмем расстояние на протяжении которого были сделаны кадры. Ось *Y* будет содержать значения длин волн, а в ось *Z* будут включены значения из массива данных с камеры.

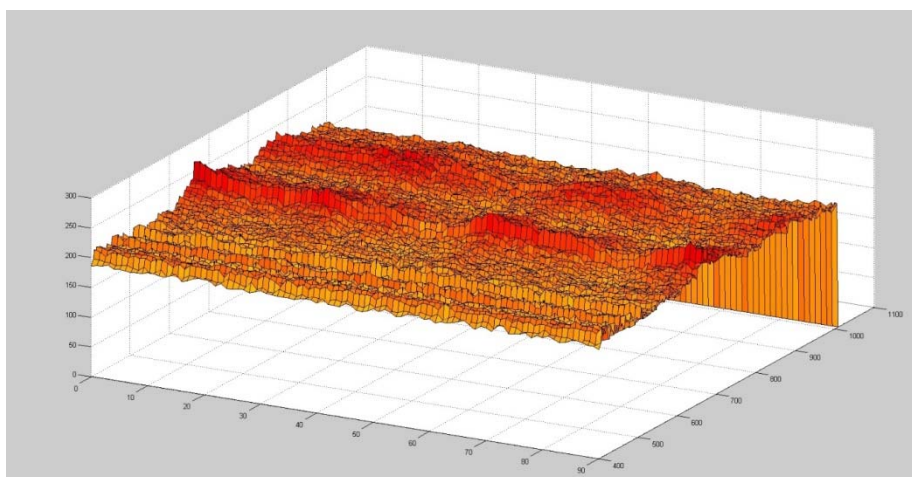


Рисунок 8 – Гистограмма

На гистограмме видно что приблизительно на 400 нм и 700 нм есть поглощение длин волн, соответствующим хлорофиллу *a*. Также возможны и другие методы анализа данных. Например, методы предложенные в статье [1] и [2].

Список использованных источников

1. Balabanov P. V. Divin, A. G. Egorov, A. S., Yudaev, V. A. Lyubimova, D. A. Vision system for detection of defects on apples using hyperspectral imaging coupled with neural network and Haar cascade algorithm // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. – IOP Publishing, 2020. – Т. 862. – №. 5. – С. 052058.
2. Balabanov, P. V. Divin, A. G. Egorov, A. S. Zhirkova, A. A. Yudaev, V. A. Detection of defects on apples using hyperspectral reflection visualization combining both vegetation index analysis and neural network / P.V. Balabanov, A.G. Divin, A.S. Egorov, A.A. Zhirkova, V. A. Yudaev//Journal of Physics: Conference Series. – 2020. – Т. 1515. – С. 032064.
3. Chein-I Chang, Hyperspectral Data Processing: Algorithm Design and Analysis, University of Maryland, Baltimore County (UMBC), Maryland, USA, 2013.
4. N. Keshava, J. Kerekes, D. Manolakis, and G. Shaw, “An algorithm taxonomy for hyperspectral unmixing,” in Proc. of the SPIE AeroSense Conference on Algorithms for Multispectral and Hyperspectral Imagery VI, vol. 4049, 2000, pp. 42–63.
5. J. A. Benediktsson and P. Ghamisi, Spectral-Spatial Classification of Hyperspectral Remote Sensing Images. Artech House Publishers, INC, Boston, USA, 2015.
6. S. Liu, L. Bruzzone, F. Bovolo, and P. Du, “Unsupervised multitemporal spectral unmixing for detecting multiple changes in hyperspectral images,” IEEE Trans. Geos. Remote Sens., vol. 54, no. 5, pp. 1–16, 2016.

УДК 620.92

67.01.11 Современное состояние и перспективы развития

ВЕТРОЭНЕРГЕТИКА В США, ПЛЮСЫ И МИНУСЫ ЭТОГО НАПРАВЛЕНИЯ ЭНЕРГЕТИКИ

Малютин В.А.,

*ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», магистрант,
e-mail: vadim.malyutin.96@mail.ru*

Малютин И.А.,

*ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», бакалавр,
e-mail: ilya.malyutin.1999@mail.ru*

Киселева О.А.,

*ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», к.т.н., доцент кафедры
«Конструкции зданий и сооружений»
e-mail: kiseleva_oa@rambler.ru*

США является одним из мировых лидеров в области ветроэнергетики. Первое место принадлежит Китаю, в данной стране вырабатывается порядка 80ГВт, это 16% от общего мирового производства энергии с помощью ветра. США уверенно занимает второе место с 60ГВт энергии, полученной с помощью данного альтернативного источника энергии, это 12% в мировом рейтинге.

История начала развития данного направления энергетики в США относится к середине прошлого века. В 1940 году была построена ветроэлектрическая установка (ВЭУ) мощностью 1250кВт. Постоянные поломки и небольшая эффективность установки привела к тому, что вместо данной станции построили дизельную, которая на тот момент времени была экономически более выгодной. Вновь задуматься об энергии ветра американцам пришлось в 1973 году, когда было объявлено нефтяное эмбарго и последующий за ним нефтяной кризис. Серьезным толчком также послужило введение в 1978 году налоговых льгот для компаний, которые инвестируют свои средства в ВЭУ. Эта мера поддержки нашла большой отклик в сфере бизнеса, и буквально за три года было построено более 6500 ветряков. Однако, когда цена за нефть упала до рекордных 10\$ и закончилось предоставление налоговых льгот многие производители ВЭУ обанкротились или ушли с рынка. Интерес в ветроэнергетике вновь возник в 1998 году, когда Администрация Президента предложила увеличить расходы на поддержку развития альтернативных источников энергии. Налоговые льготы, кредиты с пониженной ставкой и другие меры поддержки позволили США за короткий период времени выйти в мировые лидеры в области ветроэнергетики.

Сегодня ветроэнергетика это одно из приоритетных направлений развития энергетики, которое поддерживается на самом высоком уровне. Управление энергетической информации США опубликовало отчет о состоянии дел в данном направлении энергетики. Отмечается, что в последние месяцы 2020 года ветроэнергетика США обновила суточные и почасовые рекорды выработки. Почасовые данные, собранные в Hourly Electric Grid Monitor Управления энергетической информации, зафиксировали часовой рекорд, установленный в конце дня 22 декабря, и суточный рекорд, установленный на следующий день. 10 апреля 2019 года суточная выработка электроэнергии ветряными турбинами в Соединенных Штатах (за исключением Аляски и Гавайев) составила 1,42 миллиона мегаватт-часов (МВт·ч). Этот рекорд продержался полтора года, прежде чем он был побит (несколько раз) в ноябре и декабре 2020 года. 23 декабря производство ветровой электроэнергии составило 1,76 миллиона МВт·ч, или около 17% от общего объема выработки электроэнергии в этот день. В среднем, по оценкам Управления энергетической информации, в 2020 году на ветер приходилось 9% выработки электроэнергии в США. [1]

Ветроэнергетика в США в 2019 году стала лидером в области возобновляемых источников энергии, обойдя гидроэнергетику, и по прогнозам многих экспертов ветряные электростанции станут основой «зеленой» энергии в Штатах.

Тихоокеанская Северо-Западная лаборатория в 2001 году оценила потенциал ветроэнергетики в США. Так эксперты пришли к выводу, что с помощью энергии ветра, 20 крупнейших штатов способны вырабатывать 10 777 млрд кВт·ч электроэнергии в год. Данного количества энергии более чем достаточно для нормального функционирования всех секторов экономики, так как данный показатель более чем в три раза превышает текущее потребление энергии на всей территории страны. Департамент энергетики США предполагает, что к 2030 году доля электрической энергии, выработанной с помощью ВЭУ, составит порядка 20% от общего количества, и с каждым годом этот показатель будет расти.

Крупнейшим проектом в данной области на территории США является Центр ветроэнергетики Альта, расположенный на территории штата Калифорния. На рисунке 1 представлена малая часть этого масштабного объекта.



Рисунок 1 – Центр ветроэнергетики Альта

Мощность этой станции составляет 1,55 ГВт, что делает её крупнейшей в США и четвертой в мире. Стоит заметить, что этот объект приносит финансовый доход не только владельцам, но и простым жителям Калифорнии и фермерам, на чьих землях расположены ветряные турбины. Кроме того эта станция помогает избежать выбросов 50 тонн углекислого газа в атмосферу.

Лидером по совокупной мощности ветряных электростанций является Техас. Общая мощность ветряных ферм установленных в данном штате превышает 14 000 МВт, что практически в 3 раза больше аналогичного показателя в Калифорнии. На Техас приходится 21% от общего количества полученной энергии с помощью ветра на территории США.

Если говорить о плюсах данного вида энергетики, то можно сказать, что ветряные электростанции полностью обходятся без воды, что сокращает эксплуатацию водных ресурсов, в то время как традиционные тепловые электростанции без водных ресурсов обойтись не могут. ВЭУ производят энергию без сжигания газа, нефти или угля, что позволяет предотвратить выброс в атмосферу более 28 млн. тонн углекислого газа ежегодно. Ветряные электростанции занимают достаточно обширные территории, однако именно турбины занимают лишь 1% от общей площади станции, а на 99% площади можно спокойно заниматься другими видами деятельности. Владельцы ветряных ферм платят порядка 4000\$ фермерам за каждую ветряную установку, расположенную на их участке, доход от сдачи в аренду земли нередко превышает основной заработок землевладельцев.

Безусловно, наряду с явными преимуществами таких станций, присутствуют и отрицательные стороны. Так, экологи не раз предупреждали, что ветряки оказывают негативное влияние на жизнь многих животных, а шум от турбин нарушает спокойствие местных жителей. Так же стоит отметить, что ветряные установки очень подвержены воздействию окружающей среды. Это доказывает энергетический кризис, произошедший в начале 2021 года в штате Техас, который является центром ветроэнергетики США. Практически половина электростанций была отключена из-за обмерзания лопастей ветряков, это привело к тому, что более 3000000 местных жителей в течение 5 дней оставались без электричества и отопления. Энергетическая система Техаса не справилась с достаточно редкими для этого региона погодными условиями. Повышенная влажность воздуха и отрицательная температура менее -10°C привели к тому, что более половины ветряков были выведены из строя, вследствие этого цены на электричество подскочили в несколько десятков раз. На рисунке 2 приведены последствия действия отрицательных температур на ветроустановку.



Рисунок 2 – Обледенение лопастей ветряков

Данной ситуации можно было избежать, если лопасти ветрогенератора были бы оборудованы подогревом или, как минимум покрыты материалом, препятствующему обледенению. Однако такие процедуры привели бы к удорожанию получаемой энергии и существенно увеличили бы тарифы.

Резкое изменение климата на Земле, так же отрицательно сказывается на перспективах развития ветроэнергетики, поскольку становится крайне тяжело предсказать интенсивность движения воздушных масс. Может возникнуть ситуация, что ветряная электростанция производящая достаточное количество энергии вследствие благоприятных климатических условий и достаточной силе ветра, через десять лет станет малоэффективной, по причине изменения климата в данном районе строительства и приведет к крупным финансовым убыткам.

Список использованных источников

1. Admin. Ветроэнергетика выработала 9% электроэнергии в США в 2020 году [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://renen.ru/vetroenergetika> (дата обращения: 04.04.2021).

РАЗВИТИЕ КОНСТРУКЦИЙ АВТОПОЕЗДОВ ДЛЯ МЕЖДУГОРОДНЫХ И МЕЖДУНАРОДНЫХ ПЕРЕВОЗОК ГРУЗОВ

Глазков Ю.Е.,

*ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», доцент кафедры
«Техника и технологии автомобильного транспорта»
e-mail: glazkov_yural@mail.ru*

Шихорин С.Ю.,

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

Эффективность АТС определяется массой перевозимого груза, средней скоростью движения и расходом топлива. Увеличение грузоподъемности и средней скорости движения – основные направления повышения производительности (а значит, и эффективности) АТС. Эти направления реализуются при создании и производстве новых АТС, а также при их эксплуатации. Однако повышение грузоподъемности, а следовательно полной массы АТС возможно только в пределах значений, обусловленных действующими ограничениями на осевые нагрузки, полную массу и габаритные размеры [1].

Возможны четыре основные направления повышения грузоподъемности автопоездов:

- повышение предельных допустимых значений осевых нагрузок;
- уменьшение собственной массы автопоезда при сохранении полной массы;
- увеличение числа осей двухзвенный автопоездов;
- увеличение числа звеньев.

Повышение грузоподъемности за счет увеличения допустимой осевой нагрузки АТС не является перспективным путем, так как для его реализации необходима коренная реконструкция автомобильных дорог.

В мировом автомобилестроении в последнее время наблюдается тенденция снижения собственной массы автомобиля-тягача за счет использования легких материалов. Однако абсолютное снижение собственной массы автомобиля-тягача за последние десятилетия составило примерно 0,5 т, что свидетельствует о низкой эффективности этого направления повышения производительности перспективных автопоездов.

Увеличение числа осей двухзвенных автопоездов в условиях сохранения предельных значений осевых нагрузок является реальным путем повышения грузоподъемности АТС. Например, в США за двадцатилетний период удельный вес трех- и четырехосных автопоездов в автопарке уменьшился примерно на 20%, в то время как удельный вес автопоездов с пятью и более осями вырос почти на 40%. В Западной Европе наиболее распространенный магистральный автопоезд – состоит из двухосного автомобиля-тягача и трехосного полуприцепа. Распространены также шестiosные автопоезда с трехосным автомобилем-тягачом. Увеличение числа осей на единичных АТС усложняет их конструкцию, и поэтому вряд ли в ближайшем будущем получит широкое распространение.

Увеличение числа звеньев автопоезда позволяет повысить его грузоподъемность, но при этом возникают предпосылки существенного ухудшения маневренности. Для устранения этого недостатка, а также увеличения срока службы шин прицепные звенья оснащают приводом управления осей (или колес) [2, 3]. Такое решение хотя и вызывает усложнение конструкции, зато позволяет двигаться многозвенному автопоезду в общем транспортном потоке без снижения скорости. Увеличение числа звеньев автопоездов для повышения их грузоподъемности имеет реальную перспективу, подкрепленную использованием эффективных систем управления прицепными звеньями. Увеличение ограничения по длине позволяет применить «модульный» подход. Кроме использования стандартных кузовов, прицепов и полуприцепов «модульные» перевозки предусматривают использование контейнеров, которые можно перевозить, как морем, так и наземным транспортом. Для таких перевозок требования к длине и полной массе автопоездов до 25,25 м и 60 т максимально эффективна, поскольку такой грузовик перевозит три контейнера вместо двух, которые можно перевезти обычным автопоездом, и таким образом является на 30% эффективнее. Однако такие автопоезда разрешены только в странах Скандинавии, США, Канады и Австралии [5].

При создании современных автопоездов используются автомобили-тягачи, полуприцепы и прицепы ведущих автомобилестроительных компаний мира.

При изготовлении прицепов и полуприцепов основными конструкционными материалами являются сталь, дерево, легкие сплавы и пластмассы. В конструкциях кузовов широко применяются низколегированные стали, они на 30-50% прочнее обычных углеродных, хорошо обрабатываются, обладают высокой прочностью к усталости. При их использовании снижается масса конструкции примерно на 25% по сравнению с обычными сталями.

Алюминиевые сплавы находят все более широкое применение, так как они хорошо поддаются всем технологическим процессам, имеют высокую антикоррозийную устойчивость, большую долговечность и меньшую собственную массу. Их применение позволяет снизить собственную массу прицепов и полуприцепов на 40-60%. Новые виды пластмасс, которые имеют более высокую удельную прочность чем алюминий и высокие теплоизоляционные свойства, нашли применение не только в конструкциях кузовов обычных грузовиков, но и в конструкциях рефрижераторов.

Конструкции рессорных подвесок также имеют усовершенствования. Созданы рессоры с листами переменного профиля, каждый лист которой является балка равного сопротивления. Собственная масса таких рессор на 30-40% меньше, чем обычных.

Широкое применение находит пневматическая подвеска, как более эффективная по сравнению с рессорной. Пневматическая подвеска имеет меньшую массу и габаритные размеры, обеспечивает более равномерное сцепление шин с поверхностью дороги, сохраняет дорожное покрытие, снижает уровень шума при движении, имеет возможность обеспечения постоянного расстояния между кузовом автомобиля и поверхностью дороги, наиболее оптимальна при погрузке и разгрузке в системе контейнерных перевозок. Разработана система электронного управления пневмоподвеской – ECAS (Electronically Controlled Air Suspension), которая позволяет снизить расход воздуха, компенсировать проседание шин, защищает от чрезмерной нагрузки, помогает при трогании с места и обеспечивает управление подъемной осью.

Все чаще используют одинарные широкопрофильные шины вместо двойных, что помимо снижения массы приводит к снижению сопротивления качению прицепных звеньев и уменьшению эксплуатационных расходов горючего автопоездом до 3%.

Очевиден тот факт, что приобретению транспортных средств иностранного производства – автомобилей-тягачей, прицепов и полуприцепов для целей создания нового вида подвижного состава - должен предшествовать детальный сравнительный анализ их технических характеристик с учетом обеспечения ими необходимых требований, устанавливаемых национальным и международным законодательством, а также заказчиками (потребителями) по таким эксплуатационным свойствам трехзвенных автопоездов, как активная и пассивная безопасность, тягово-скоростные свойства, топливная экономичность, экологические показатели, управляемость, устойчивость.

Полуприцепы выпускают с числом осей от одной до трех.

Для городских перевозок используют, как правило, одноосные прицепы, а двух- и трехосные - для междугородных и международных перевозок.

Ведущими производителями прицепной техники являются компании Kögel Trailer GmbH & Co.KG, KRONE и Schmitz Cargobul. Объем их продаж составляет около половины всего европейского рынка.

Фирма Kogel выпускает широкую гамму транспортных средств. Это тентованные полуприцепы, рефрижераторы, кузова и бортовые прицепы грузоподъемностью от 20 до 150 т. Многокамерные кузова могут применяться при одновременной перевозке скоропортящихся продуктов и продуктов, требующих глубокой заморозки. Кузов может быть разделен на 4 - 6 частей.

Фирма Schmitz предлагает прицепную технику общего назначения, а также полуприцепы для перевозки бумаги. Ею было впервые использовано двухэтажное расположения грузов, что позволяет использовать объем прицепа на все 100%. В новых конструкциях полуприцепов за счет использования новых пневматических рессор, регулируемых по высоте в диапазоне 200 мм, и раздвижных стоек кузова, также перемещающихся на расстояние 200 мм, достигается внутренняя высота 2600 -2700мм, при этом погрузочная высота составляет 1050 -1150мм.

Особого внимания заслуживает продукция фирмы Fliegl. Ее полуприцепы отличаются оригинальной конструкцией: передняя часть рамы, расположенная под седлом, изготовлена из торообразной сваренных лонжеронов высотой 70 – 145 мм. Это дает возможность увеличить внутреннюю высоту грузового пространства и повысить устойчивость движения полуприцепа. В сочетании с низкопрофильными шинами 385/55R22,5 объем полуприцепа достигает 99 м³ при грузоподъемности 28700 кг [6].

На стандартных полуприцепах фирмы Fliegl применяется оригинальная система перемещения боковых стоек, при которой возможна боковая загрузка прицепа. Кроме полуприцепов фирма выпускает широкую гамму контейнеровозов, среди которых универсальные для транспортировки всех типов контейнеров, в том числе и цистерн-контейнеров, размерностью от 20 до 45 фунтов и контейнеров типа HQ.

Фирма Krone является лидером по выпуску переменных кузовов и специальных платформ для их перевозки. Более 50% продукции экспортируется во все страны Европы. В конструкциях очень широко применяются алюминиевые сплавы, композитные материалы и черные металлы, подвергнутые глубокой антикоррозийной обработке, при этом компания дает гарантию от коррозии на 1 млн. км пробега или на 6 лет эксплуатации. Компания уделяет большое внимание безопасности движения. Выпущен полуприцеп Safe Liner, который имеет позади и по бокам низко расположенную противоткатную отбойную балку, предотвращает попадание людей под колеса полуприцепа. Такое усовершенствование способствует также улучшению аэродинамики автопоезда. Появляются встроенные системы контроля нагрузки на оси полуприцепа и седельного тягача [7].

На прицепной технике всех ведущих компаний устанавливаются, как правило, опорно-сцепные и тягово-сцепные устройства компании JOST и усиленные оси BPW и SAF, имеющие гарантию сроком на 5 лет.

Группа предприятий фирмы BPW сертифицирована в соответствии с требованиями стандарта ISO 9001 и все комплектующие изделия фирмы естественно соответствуют этим нормам.

Антиблокировочная система (ABS) создана для предотвращения блокировки колес транспортного средства при торможении в основном на дорогах со скользким покрытием. Одновременно достигается оптимальное сцепление шин с дорожным покрытием, и в результате этого максимальная тормозная сила транспортного средства и минимальный тормозной путь [8].

Торможение современных прицепов и полуприцепов осуществляется электронно пневматическими тормозными системами (EBS). EBS позволяет получать оптимальное соотношение между тормозными силами отдельных колес, а также между тягачом и прицепом. Широкие возможности по диагностике и обслуживанию электронно-пневматических тормозных систем является предпосылкой для эффективного использования подвижного состава. Дополнительно повышается активная безопасность транспортных средств и безопасность движения за счет сокращения тормозного пути, лучшей устойчивости транспортных средств и индикации состояния тормозных накладок.

Тормозная система для полуприцепа состоит из тормозного крана прицепа, автоматического регулятора тормозных сил и системы ABS. В прицепе к данной системе прилагаются регулятор тормозных сил, клапан соотношения давлений для передней оси и клапан ограничения давления для задней оси.

Стандартная система EBS, например для трехосного полуприцепа, осуществляет электронное управление тормозным давлением по его бортам. Система состоит из двухконтурного модулятора прицепа с цифровым интерфейсом, подключенным к тягачу, тормозного крана EBS прицепа, датчика нагрузки и датчиков ABS. При использовании в прицепе или полуприцепе с поворотной осью используется система с дополнительным ускоряющим клапаном EBS на возвратной оси.

Прицепы с электронно-пневматической тормозной системой должны состыковываться с тягачами, имеющими обычную пневматическую тормозную систему, и с тягачами, имеющими EBS, которые в случае выхода из строя электронного привода затормаживаются резервной пневматической системой.

При выходе из строя электрического питания всегда есть возможность затормозить с использованием пневмосистемы, но уже без регулирования в зависимости от загрузки и без функции ABS. При резервном режиме работы время срабатывания соответствует обычной тормозной системе. При пневматическом управлении прицепом/полуприцепом с EBS значительно улучшается время срабатывания за счет электрического измерения давления управления.

Система ESP осуществляет торможение тех колес, на которых увеличение тормозной силы (осевого усилия) и уменьшение силы бокового увода колес предоставляет однонаправленное действие на момент рыскания автомобиля. Если седельный тягач приобретает повышенную поворачиваемость, то тормозится преимущественно переднее внешнее относительно поворота дороги колесо, для того чтобы препятствовать потере курсовой устойчивости автопоезда. Кроме того, в определенных ситуациях дополнительно осуществляется торможение колес одного борта прицепа.

Чтобы избежать заноса прицепа, вызванного торможением, необходимо наличие на нем полноценной системы ABS. Если прицеп такой системой не оснащен, то без груза или при частичной загрузке прицеп тормозить не будет. Торможение прицепа с полной загрузкой осуществляется с помощью ограниченного давления. Если седельный тягач приобретает сниженную поворачиваемость, то осуществляется торможение преимущественно заднего внутреннего по отношению к повороту колеса. Дополнительно проводится коррекция начальных величин эталонной модели, согласно физических границ условий дорога/шина, в зависимости от предполагаемого коэффициента сцепления. Если автомобилю присуща сильно выраженная сниженная поворачиваемость, то система ESP пытается уменьшить скорость транспортного средства с помощью торможения нескольких колес, в том числе и прицепа. ESP тормозит прицеп для стабилизации движения в пределах выбранной полосы только в ограниченные промежутки времени, с тем чтобы избежать его занос.

Система ESP с помощью функции Roll Over Protection (ROP) может предотвратить опрокидывание звеньев автопоезда в различных ситуациях на дорогах. Необходимость в этом возникает, главным образом, при высоком и среднем коэффициенте сцепления. При этом работа ESP осуществляется в два этапа:

- на первом этапе скорость автомобиля уменьшается до тех пор, пока поперечное ускорение не уменьшится до предельного значения, не являющимся критическим для переборки;

- на втором этапе происходит распознавание отрыва колеса седельного тягача, полуприцепа и прицепа от дороги.

При распознавании отрыва колеса от дороги происходит торможение всех колес автопоезда, а также уменьшение крутящего момента двигателя автомобиля-тягача. Это осуществляется с помощью специально для этой цели разработанного пропорционального клапана и рабочего цилиндра, встроенного в рейку топливного насоса, чем достигается значительное уменьшение тягового усилия и повышения качества управления.

Электронный блок коммутируется со всеми распространенными системами электрического или электронного управления двигателем, а также через SAE- интерфейс. Наряду с электронным блоком в систему управления входят пропорциональный клапан и рабочий цилиндр, которые хорошо зарекомендовали себя при пневматическом управлении двигателем в системах - ABS / ASR. Этот блок выполняет также функцию ограничителя скорости и соответствует новым европейским требованиям по оснащению тяжелых грузовых транспортных средств системами ограничения скорости.

Все перечисленные устройства предотвращают нарушение устойчивости движения трехзвенных автопоездов, однако полностью ее не исключают. Целесообразно разработать методики для осуществления выбора и обоснования системы управления длиннобазными полуприцепами автомобильного поезда с учетом его массово-геометрических и компоновочных параметров.

Список использованных источников

1. Аксенов П.В. Многоосные автомобили. –М.: Машиностроение, 1989. - 280 с.
2. Доровских Д.В., Глазков Ю.Е. Исследование устойчивости движения автомобильного поезда /Наука в центральной России. 2020. № 2 (44). С. 16-22.
3. Доровских, Д. В. Анализ современных стратегий и тактик систем технического обслуживания и ремонта подвижного состава автомобильного транспорта / Д. В. Доровских, И. Ю. Доровских // Проблемы и перспективы инновационного развития АПК : Сборник научных докладов Международной научно-практической конференции, посвященной 40-летию ФГБНУ ВНИИТиН, Тамбов, 16 октября 2020 года. – Тамбов: Студия печати Галины Золотовой, 2020. – С. 161-166.
4. Глазков Ю.Е., Глазкова М.М., Попов М.А. Анализ устойчивости движения автопоезда с управляемым полуприцепом/ Тенденции развития науки и образования. 2020. № 68-2. С. 141-143.
5. Топалиди В.А. Модульные большегрузные автопоезда. Проблемы внедрения на международных перевозках/ Вестник ХНАДУ, Вып. 75. 2016. С. 190-194.
6. Прицепная техника из Германии на все случаи... [Электронный ресурс]: веб-сайт/ Режим доступа: <http://www.fliegl.ru/production.htm>
7. KRONE/ Wir transportieren Zukunft [Электронный ресурс]: веб-сайт/ Режим доступа: <https://www.krone-trailer.com>
8. Данов Б.А. Электронные системы управления иностранных автомобилей. – М.:Горячая линия – Телеком, 2002. – 224 с.

АНАЛИЗ ФАКТОРОВ ВЛИЯЮЩИХ НА ПОВЫШЕНИЕ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ

Глазков Ю.Е.,

*ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», доцент кафедры
«Техника и технологии автомобильного транспорта»
glazkov_yura1@mail.ru*

Доровских А.В.,

*ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», доцент кафедры
«Техника и технологии автомобильного транспорта»
dima.dorovskikh@yandex.ru*

В современном мире все более актуальным становится вопрос оптимизации энергозатрат во всех областях жизнедеятельности человека. Проблема снижения зависимости от углеводородных энергоносителей и рациональное использование энергии решается на общемировом и общегосударственном уровне. Особенно важно решение этой проблемы в отрасли автомобильного транспорта. Возникновение проблемы обусловлено ограниченным запасом полезных ископаемых, ценовыми колебаниями на рынке нефтепродуктов, недостатками производства и негативным воздействием на окружающую среду продуктов сгорания топлива.

В автомобильной отрасли проблема решается за счет снижения затрат топлива для традиционных видов транспорта и использования альтернативных источников энергии.

Автомобиль, особенно в городском цикле движения расходует значительное количество топлива и наносит значительный вред окружающей среде. Снижение затрат топлива можно достичь повышением энергоэффективности использования автомобиля путем оптимального управления большинством процессов, которые проходят в автомобиле во время его эксплуатации [1].

Наиболее распространенным направлением в автомобилестроении, в настоящее время, является создание системы оптимального управления двигателем, но, это не единственный путь повышения энергоэффективности системы. Все чаще становятся вопросы по управлению потоками энергии вне силовой установки.

Управление рабочими процессами автомобиля, в которых внутренняя энергия топлива превращается в механическую энергию, чтобы быть рассеянной в качестве тепловой энергии, позволяет значительную часть истраченной энергии накапливать и вернуть в автомобиль для выполнения полезной работы.

Например, разработаны разнообразные средства накопления и рекуперации механической энергии в электрическую с использованием тормозной системы. Кроме того имеет смысл обратить внимание на систему подвески автомобиля. Управление подвеской ради повышения плавности движения может существенно повлиять не только на комфорт передвижения, но и на расход топлива, за счет повышения эксплуатационной скорости, при сохранении условий безопасности, а возможность рекуперации энергии колебаний делает это направление еще более перспективным.

Если рассмотреть объемы и динамику использования альтернативных источников энергии, то можно сделать вывод, что руководство большинства ведущих стран мира сделали приоритетным это направление в развитии автомобильной отрасли. Ежегодно вкладываются значительные средства в стимулирование научно-исследовательской работы, а также разработки и внедрение технологий использования альтернативных источников энергии.

Смена источника энергии происходит постепенно. В настоящее время наиболее распространенными являются гибридные автомобили, в которых параллельно с ДВС используют электродвигатели для экономии топлива в наиболее неэкономичных режимах движения. Таким образом достигается экономия топлива на 50...60%, а содержание вредных веществ в отработанных газах снижается почти до нуля. Но этот тип автомобиля не является окончательным решением проблемы отказа от использования нефтепродуктов, как основного источника энергии.

Следующим шагом, который уже сделали автопроизводители, является создание современного энергоэффективного электромобиля. Использование только электрической энергии, как источника энергии для движения, полностью решает вопрос отказа от нефтепродуктов. Все ведущие автопроизводители уже имеют в серийном производстве модели, которые используют, частично или полностью, электрическую энергию для движения. Конечно, только изменение источника энергии не обеспечит

создание энергоэффективного автомобиля, для этого нужно оптимизировать каждую систему и агрегат автомобиля по критерию уменьшения потребления энергии. А это возможно сделать за счет использования системы управления рабочими процессами автомобиля, которая опирается на адекватные математические модели объектов и процессов, современную микропроцессорную технику и информационную поддержку сетевых технологий.

Необходимость внедрения транспортных средств на альтернативных видах топлива в массовое использование продиктовано мировыми тенденциями в области энергосбережения и рационального использования энергоресурсов. Все ведущие страны на законодательном уровне ставят вопрос энергосбережения, как самого перспективного направления во всех сферах жизни.

На уровне мировых автопроизводителей, последние 8-10 лет, можно наблюдать значительную активность в развитии автомобилей, которые используют электрический двигатель как силовой агрегат. Первым поколением современных автомобилей, которые соответствовали критериям энергоэффективности и экологичности, являются гибридные автомобили. Этот тип автомобилей сочетает свойства автомобилей с ДВС и электромобилей. Пионерами в этом вопросе были компании Honda и Toyota, которые еще в 1995 году представили прототипы новых гибридных автомобилей.

Первый серийный гибридный автомобиль Toyota Prius был спущен с конвейера в декабре 1997 года, и именно он начал эру экономических и экологических автомобилей. С того момента это направление приобрело значительного развития. Уже в 2003 году был выпущен гибрид Toyota PriusII, который при ДВС объемом 1493 см³ имел топливные расходы в пределах 3,5 л/100 км. Вслед за Toyota все ведущие автопроизводители начали серийный выпуск гибридных автомобилей. К тому же выпуск не ограничился городскими автомобилями, появились спортивные гибридные автомобили, кроссоверы, внедорожники. А компания Volvo успешно выпускает в серию дизельные гибридные грузовики [2].

Следовательно концепция энергосбережения и экологичности в значительной степени повторилась в гибридном автомобиле.

Следующим шагом в развитии энергосберегающего и экологического транспорта является полный отказ от ДВС. Наиболее перспективным в этом направлении является электромобиль. Продолжая разработки гибридов автопроизводители начали искать решение для выпуска серийных электромобилей. Одной из первых этой планки достигла компания Mitsubishi. Был создан серийный электромобиль Mitsubishi M-iEV. Однако, если говорить о повседневном использовании такого типа электромобиля на улицах городов, то конструкция «колесо-двигатель» не оправдывает себя в силу значительных требований к качеству дорожного покрытия.

Электромобиль лишен двух главнейших пороков автомобиля с ДВС: использование нефтепродуктов в качестве топлива и загрязнение окружающей среды. Относительно гибридов, то электромобиль более экономичный, при сравнительно одинаковой стоимости, проще в конструкции, за счет отсутствия сложной кинематической схемы согласования электродвижущей подсистемы и ДВС, кроме того, электромобиль экологичнее, за счет нулевого уровня выброса вредных веществ.

Перспективность разработки именно электромобилей признает весь мир [3]. Значительную ставку на этот тип автомобилей делают правительства всех развитых стран. Электромобиль пытается занять нишу городского автомобиля. Но при все большем вторжении в повседневность электромобиль сдерживается своим самым большим недостатком – запасом автономного хода. По сравнению с автомобилем на ДВС или гибридным автомобилем, этот параметр ограничивает применение электромобилей пределами городов.

Автопроизводителями постоянно ведется борьба за увеличение запаса хода. Создание более емких и мощных источников питания - это только одно направление в решении этой проблемы. Даже если создать источник электроэнергии по емкости, массе и габаритам эквивалентный полному баку горючего, то всегда будет актуальным вопрос максимальной эффективности затрат энергетических ресурсов. Этого можно достичь путем рекуперации энергии.

Таким образом, будущее автомобильного транспорта связано с широким использованием электрической энергии для обеспечения рабочих процессов автомобиля и управления ими с применением современной микропроцессорной электроники.

Перед разработчиками электромобилей встает задача обеспечения требований технического, экологического, психологического и эстетического характера. Всесторонний подход к проблеме создания и оценки эффективности электромобилей предполагает изучение и анализ указанных факторов в отдельности. В связи с этим остановимся на каждом из них подробнее.

Технический фактор. Техническое совершенство электромобилей проявляется в дальнейшем улучшении конструкции и технологии их изготовления.

Конструктивное совершенство предполагает:

уменьшение (по сравнению с автомобилем) деталей, узлов и агрегатов, так как у электромобиля отсутствует двигатель внутреннего сгорания, система охлаждения с массивным радиатором, а также довольно часто коробка передач, сцепление, механическая трансмиссия;

меньшее число кинематических пар в узлах и агрегатах, требующих высокой точности изготовления а также сопряженных деталей, испытывающих высокие удельные давления, температуры и контактные напряжения;

компактность, за счет упрощения конструкции рамы, шасси и формы кузова и равномерного распределения нагрузки.

Перечисленные преимущества электромобиля во многом обусловлены применением электрического привода, к достоинствам которого следует отнести:

гибкость, т. е. возможность простого и удобного подвода электрической энергии к электродвигателю;

более удовлетворительную тягово-динамическую характеристику электродвигателя по сравнению с двигателем внутреннего сгорания, что особенно важно при их эксплуатации в условиях города (частые остановки, разгон и торможение);

широкие возможности выбора и применения компоновочных схем (возможен отдельный привод двух или четырех колес), что особенно важно для обеспечения безопасности при движении по скользкой дороге и на поворотах);

чистоту, простоту в обслуживании и ремонте; более высокий КПД, чем в ДВС; возможность доступной автоматизации, большой срок службы и т. п. [4].

Экологический фактор. Повышение экологичности техники, особенно автомобильного транспорта, являющегося основным загрязнителем воздушной среды, обусловлено решением следующих задач: рационального использования природных ресурсов и комплексной утилизации отходов; обеспечения природного равновесия; защиты атмосферы, био-, гидро- и геосферы от загрязнения отходами производства; управления воспроизводством и эволюцией природы как условиями жизни и развития человека и общества.

Рациональное использование природных ресурсов. Необходимость рационального использования природных ресурсов обусловлена их ограниченностью на Земле. Следует отметить, что многие виды природных ресурсов, особенно это касается топливно-энергетических, являются невозобновимыми. Это относится и к нефти, примерно 40 % добычи которой перерабатывается в бензин и используется в качестве топлива для автомобилей с ДВС.

Ограниченность мировых запасов нефти и сопутствующая этому нестабильность цен на нефтепродукты выдвигают проблему поиска иных источников энергии для автомобильного транспорта. Своевременный и постепенный перевод автомобилей на новые источники энергии, в том числе применение электромобилей, позволит в дальнейшем без значительных экономических затрат резко ограничить потребление нефтепродуктов, увеличив тем самым продолжительность их использования для тех случаев, когда они не могут быть легко заменены другими источниками энергии.

Обеспечение природного равновесия. При современных масштабах интенсивного производства природа уже не может самостоятельно восстанавливать экологическое равновесие. В настоящее время появляется опасность нарушения биопродуктивной цепи: солнце – растения – животные – растения, так как сейчас на Земле образуется больше углекислоты, чем ее могут ассимилировать растения. Продолжение этого процесса может привести к глобальным изменениям в природе: увеличение доли CO₂ и уменьшение кислорода могут вредно повлиять на живые организмы. С другой стороны, увеличение CO₂ в атмосфере может привести к «парниковому эффекту». Все это будет иметь отрицательные экономические последствия.

Защита атмосферы, биосферы от загрязнения отходами автомобильного транспорта. Известно, что основным источником загрязнения окружающей среды является автомобильный транспорт. На его долю приходится до 50 % от общего загрязнения воздушной среды, а в отдельных случаях и больше.[5]

Особенностями автотранспорта (как источника загрязнения атмосферы) являются широкая распространенность и проникновение в самые отдаленные уголки страны, близость к людям и объектам, на которые он отрицательно воздействует.

Следует заметить, что электромобиль при эксплуатации практически совсем не выделяет в атмосферу таких вредных веществ, как окислы углерода и углеводороды, которые оказывают отрицательное воздействие на здоровье людей, растительный и животный мир и в целом на окружающую среду.

Физиологическая и психологическая функциональность при эксплуатации электромобиля. Оценка новой техники в значительной степени зависит от того, как она влияет на человека. Функциональные возможности человека в процессе производства определяются особенностями его физиологии и спецификой транспортного средства. По мере технического прогресса развивается противоречие между возможностями технического объекта и ограниченностью физиологических возможностей

человека. Однако в этом аспекте электромобиль в силу того, что он имеет значительно (два-три раза) меньшее число рычагов управления при их простоте, значительно превосходит автомобиль с ДВС. В связи с этим у водителя появляется больше возможностей следить за дорожной ситуацией. Повышается эффективность функционирования системы человек - автомобиль - дорога. Сокращение количества воздействий на рычаги управления может значительно облегчить труд водителя, а также будет способствовать физиологической совместимости.

Кроме физиологической совместимости необходима психологическая адаптация человека к технике. Относительная простота конструкции электромобиля, легкость управления, «чувствительность» электромобиля к рычагам управления, хорошая плавность хода и обзорность способствуют быстрой адаптации человека к машине.

Отсутствие вибраций, шума, отработавших газов, улучшает производственно-техническую среду, способствует возникновению оптимального психологического климата. Установлено, что приспособление конструкции автомобиля только по факторам, характеризующим санитарно-гигиенические условия труда, может обеспечить увеличение производительности труда на 13 % и снижение числа дорожно-транспортных происшествий до 57 % [5].

Из сказанного выше следует, что при внедрении электромобилей не возникнет какой-либо психофизиологический барьер. Благодаря большей, чем для автомобиля с ДВС, физиологической функциональности (приспособленности) электромобиля, а также вследствие упрощения управления и меньшей трудоемкости, можно ожидать снижения дорожно-транспортных происшествий, что способствует значительному экономическому эффекту.

Таким образом, электромобили обладают рядом неоспоримых преимуществ перед автомобилями с ДВС, основным из которых является более благоприятное воздействие на человека и окружающую среду. Каждое из указанных преимуществ предопределяет конкретный вид эффекта. К сожалению, в настоящее время в связи с отсутствием необходимых методических разработок не каждый вид эффекта может быть определен в стоимостном выражении.

Однако уже сегодня имеются предпосылки для оценки экономической эффективности мероприятий, направленных на предотвращение загрязнения окружающей среды, в том числе от токсичных выбросов автомобильных ДВС. В связи с этим появляется возможность оценки экономической эффективности электромобилей с учетом экологической составляющей.

Список использованных источников

1. Хольшев Н.В., Пешков Д.А. Анализ факторов, влияющих на топливную экономичность автомобильного транспортного средства/ Инновационные научные исследования: теория, методология, тенденции развития. –Уфа.: 2020. С. 27-31.
2. Volvo FE Hybrid: Серийный «гибрид» от Volvo. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://www.autocentre.ua/kommercheskie/obzor-kommercheskie/volvo-fe-hybrid-seriynny-gibrid-ot-volvo-268706.html> (дата обращения: 15.04.2021)
3. Общественный транспорт Китая переходит на электромобили и не только... // Автомобильный транспорт – 2012. №8. 80 с.
4. Лохнин В.В., Кузьмицкий Е.В. Тяговый вентильный электропривод на современных автотранспортных средствах // Фундаментальные исследования. 2013. № 6-2. С. 278-283; [Электронный ресурс] – Режим доступа: URL: <http://fundamental-research.ru/ru/article/view?id=31497> (дата обращения: 15.04.2021)
5. Карамян О.Ю., Чебанов К.А., Соловьева Ж.А. Электромобиль и перспективы его развития // Фундаментальные исследования. 2015. № 12-4. С. 693-696; [Электронный ресурс] – Режим доступа: URL: <http://fundamental-research.ru/ru/article/view?id=39606> (дата обращения: 15.04.2021)

ДИАГНОСТИРОВАНИЕ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ ДВИГАТЕЛЯ ПРИ ПОМОЩИ АЛГОРИТМОВ ОБРАТНЫХ СВЯЗЕЙ

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

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 392032 Россия, e-mail: Anatoliy_658@mail.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. Во всех системах управления и каждому из их элементов обязательно присуща связь - влияние входного сигнала на выходящий. Обратная связь - влияние выходящего сигнала на входной может быть обусловленная естественными свойствами системы или организованная в ней искусственно. Обратные связи могут охватывать как всю систему управления, так и любую ее часть. Обратные связи могут иметь место, например, в исполнительных устройствах. В них обратные связи могут быть как отрицательными, что уменьшают несоответствие значений исходного сигнала значениям входного сигнала, так и положительными, что увеличивают это несоответствие к технически максимально возможной границе [1].

Адаптивным считают управление, при котором автоматическое изменение настроек, алгоритмов, критериев качества и даже цепей управления, вплоть до самообучения, выполняется на основе сбора и анализа значительного объема информации. Такая адаптация проводится специальными программными блоками в микропроцессоре выполнением процедур автоматического приспособления к каждому, в том числе и неконтролируемому возмущению.

Адаптация может осуществляться автоматически:

- регулированием критерия качества замкнутой системой с обратной связью по отклонению;
- программным управлением в функции возмущений, как правило, по разомкнутым схемам.
- выбором параметров алгоритмов управления путем анализа ситуации, например, использованием математических моделей процессов, которые протекают в двигателе;
- поиском параметров алгоритмов управления замкнутыми системами, которые действуют по отклонениям критерия качества, вызванным пробными влияниями.
- изменением структуры системы управления на основе диагностирования двигателя и для обеспечения надежности.

Принято различать программную, поисковую и аналитическую адаптацию [1,2].

Программная адаптация выполняется по программам, изменяемым в процессе управления на основе информации об условиях, режиме работы и стане двигателя. Формируется программное управление (главным образом в разомкнутых системах) с использованием базовых и корректирующих программ, которые хранятся в микропроцессоре. Для каждого управляющего влияния используется свой набор программ.

Главное ее отличие – это гибкость программ, которая позволяет осуществлять автоматическую их коррекцию в процессе управления. В этом случае принято говорить о программно-адаптивном управлении.

Такое построение разомкнутого программного управления позволяет осуществить достаточное, но сложное и точное управление с учетом значительного числа режимных факторов. Возможно и более сложное разомкнутое программно-адаптивное управление, при котором не только программы или алгоритмы управления, но и структура системы, меняются в зависимости от условий работы двигателя согласно заранее заложенной программе. Этот подход используется, практически, во всех системах микропроцессорного управления автомобильными двигателями [2,3].

Решение задачи. Наличие выше описанных алгоритмов адаптивного управления позволяет выделить в контуре управления два сигнала, основной и корректирующий, причём под корректирующим значением подразумевается величина изменения сигнала ЭБУ для исполнительного механизма под действием внешних воздействий.

Предлагается при проведении диагностирования современного бензинового или дизельного двигателя с электронным управлением производить оценку не только по основному параметру, но также и по параметру корректировки. В случае измерения сигнала датчика исполнительного механизма, основным параметром будет являться абсолютное значение сигнала датчика, а параметрами корректировки будет процентное отклонение сигнала управляющего механизма, работа которого напрямую зависит от показаний датчика.

Измерения выполняются с применением многоканальных высокочастотных пишущих осциллографов или мотор-тестеров используемых на станции технического обслуживания [4].

Если рассматривать современный дизельный двигатель с системой управления Common Rail то основным параметром, как правило, является значение давления в топливной рампе [5], это давление измеряется с помощью датчика давления, который выдает сигнал в диапазоне от 0 до 5 Вольт. Это аналоговый сигнал. Но если диагност оценивает только сигнал давления, он может лишь говорить о соответствии либо несоответствии уровня давления в рампе режиму работы двигателя. Если же мы произведем измерение частотного цифрового сигнала поступающего на регулятор давления (сигнал с широтно-импульсной модуляцией), то можно будет говорить о величине коррекции вводимой блоком управления, для поддержания или наоборот снижения давления до требуемых значений. Последовательный и глубокий анализ соотношения давление в рампе и величины коррекции на регуляторе давления позволяет:

- оценить техническое состояние топливной аппаратуры системы Common Rail;
- локализовать неисправность с более высокой точностью;
- приблизительно прогнозировать дальнейшее изменение в работе двигателя.

Как показали многочисленные эксперименты, в большинстве систем Common rail используется коррекция давления топлива лишь после выхода двигателя на режим холостого хода и соответственно на остальных режимах, с момента старта до выхода на режим холостого хода, коррекция не применяется. Можно сделать вывод, что при наличии неполадки в одном из компонентов топливной аппаратуры, отсутствие коррекции при пуске приведет к недостаточному давлению и соответственно затяжному пуску двигателя транспортного средства. Следовательно, режим пуска и свободного ускорения являются наиболее благоприятными для выявления многих неисправностей в системе. Режим пуска более предпочтителен для оценки скорости нарастания давления топлива в аккумуляторе, а на режимах свободного ускорения необходимо учитывать и величину коррекции системы управления.

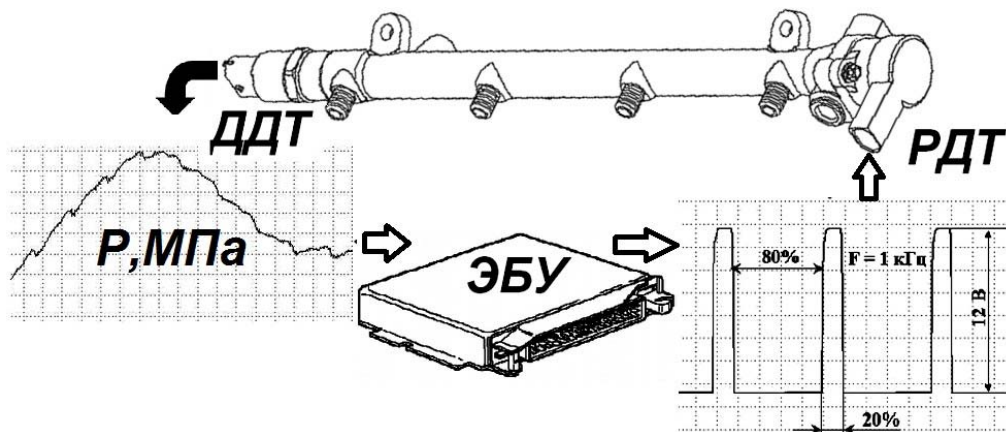


Рисунок 1 – Принцип обратной связи в системе регулирования давления в CommonRail

Следует заметить, что в зависимости от частоты вращения коленчатого вала двигателя, изменение управляющего сигнала происходит нелинейно. В нижнем диапазоне частоты вращения изменение давления в большей степени обусловлено изменением частоты вращения приводного вала ТНВД. По мере роста частоты вращения влияние скажности управляющего сигнала становится большим.

На рисунке 2 представлена диаграмма, характеризующая влияние коррекции, вносимой блоком управления, для поддержания требуемого давления топлива. При неисправности одной из плунжерных пар система управления двигателем увеличила длительность управляющего импульса до 65% для

неисправного ТНВД, в то время, как в эталонном варианте в этот момент времени эта же величина составила 32%, причем максимум для сигнала с исправного и неисправного ТНВД не совпадают и максимум для исправного варианта составил 40%. При этом абсолютная величина максимума давления была достигнута в обоих случаях. Вдобавок к этому, двухстадийное нарастание давления было заменено одностадийным, что привело к тому, что максимум давления для неисправного ТНВД был достигнут даже раньше, чем для исправного насоса. То есть статическая проверка не учла бы динамики изменения давления и величины коррекции проходного сечения регулятора. Следует оговориться, что данный эксперимент проводился на режиме свободного ускорения двигателя. При ускорении транспортного средства под нагрузкой, из-за больших расходов топлива через форсунки производительности ТНВД для поддержания требуемого давления в гидроаккумуляторе уже не будет хватать, и максимум давления даже при предельной коррекции достигнут, не будет.

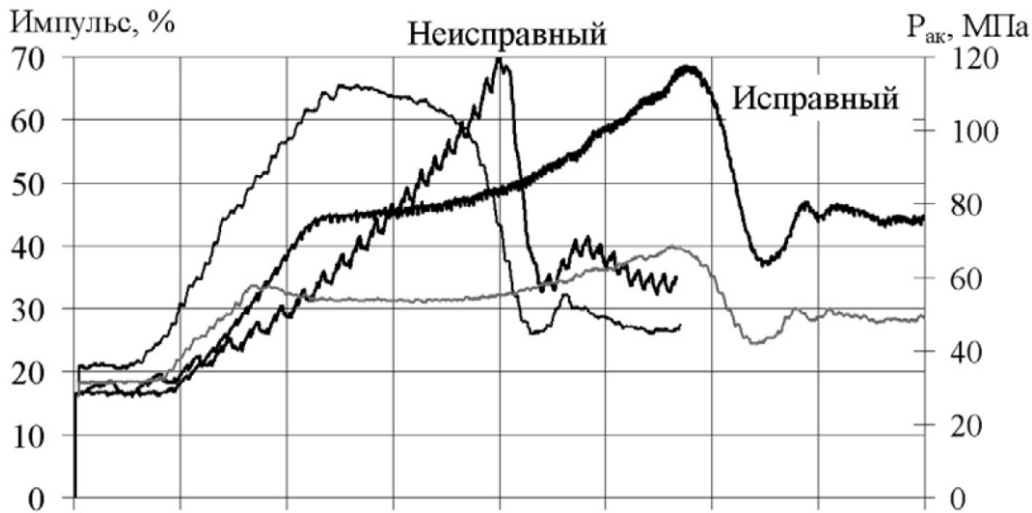


Рисунок 2 - Коррекция давления топлива при ускорении

Для бензиновых двигателей, в отличие от дизеля, принцип обратной связи реализуется на основании изменения сигнала лямбда зонда и величины коррекции вводимой блоком управления по длительности впрыска на форсунки электромагнитного типа.

На основных режимах действует обратная связь по лямбда зонду и учитывается реальный состав топливоздушной смеси. Принцип работы обратной связи состоит в следующем. Двухуровневый λ -зонд не может определять точный состав смеси и коэффициент избытка воздуха α . При работе двигателя на бедной смеси, когда в отработавших газах остаётся большое количество не вступившего в реакцию кислорода (1,09%...2%) в информационном канале λ - зонда напряжение будет от 100 мВ до 500 мВ [6]. ЭБУ анализирует напряжение кислородного датчика и определяет что смесь «бедная», после чего производит увеличение длительности управляющего импульса на форсунку. Поскольку длительность управляющего импульса увеличивается на какую-то фиксированную стандартную величину, а точное значение α не известно, то в исправной топливной системе это приводит к обогащению смеси. При работе двигателя на богатой смеси (содержание O_2 – 0,14%...1,09%) напряжение в канале λ - зонда будет от 500 мВ до 900 мВ. ЭБУ анализирует напряжение кислородного датчика и определяет что смесь «богатая», после чего производит уменьшение длительности управляющего импульса на форсунку. Поскольку длительность управляющего импульса уменьшается на какую-то фиксированную стандартную величину, а точное значение α не известно, то в исправной топливной системе это приводит к обеднению смеси. После чего цикл повторяется снова (Рисунок 3).

В результате ЭБУ при работе с двухуровневым λ - зондом не способен установить идеально стехиометрическую смесь α , а производит постоянное незначительное изменение длительности впрыскивания поочередно то обогащая, то обедняя смесь.

Диапазон изменения коэффициента избытка воздуха при этом называется «окном» лямбда регулирования и составляет $\alpha = 0,99...1,01$ (на ряде автомобилей под нормы токсичности Евро-1 и Евро-2 допустимо $\alpha = 0,98...1,02$) [6].

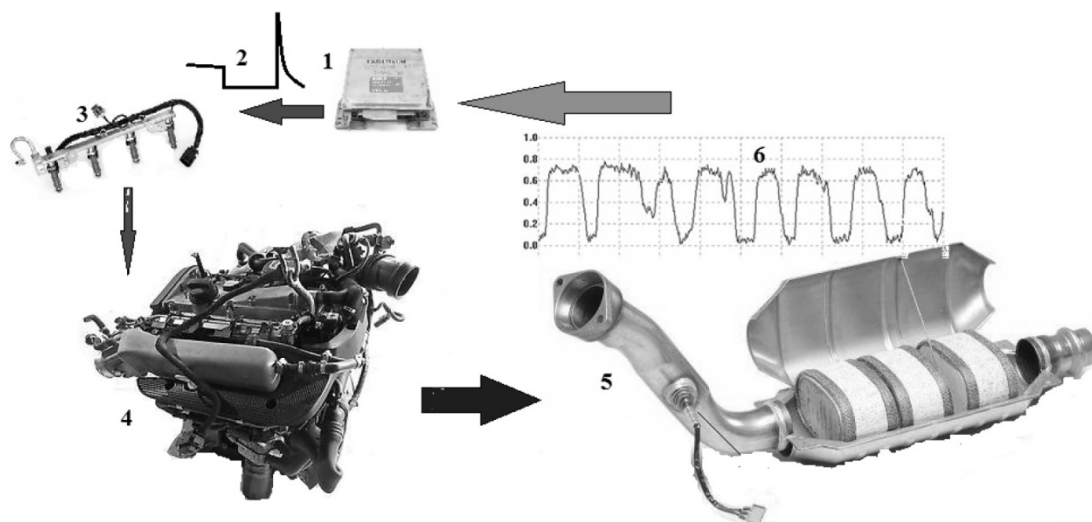


Рисунок 3 - Работа системы управления впрыскиванием топлива по замкнутой обратной связи

1- электронный блок управления; 2- управляющий импульс форсунки; 3- электромагнитная форсунка; 4- Цилиндры двигателя в которых происходит процесс сгорания топлива; 5-кислородный датчик (λ -зонд) ; 6 – выходное напряжение двухуровневого λ -зонда.

Как было показано выше, из-за обратной связи по датчику кислорода, будет вводиться определенная топливоздушная коррекция обеспечивающая правильный состав смеси в цилиндре двигателя, величина этой коррекции будет тем больше, чем сильнее отличается химический состав топлива, способность его перемешиваться с воздухом и нужное количество воздуха для полного сгорания одного килограмма топлива. Но величина коррекции, а соответственно и длительности импульса на форсунки изменяемые по сигналу датчика кислорода будут не так сильно изменять длительность управляющего импульса, как реакция самого водителя на изменение ощущаемой динамики автомобиля. То есть, автомобиль должен двигаться с вполне определенной конкретной скоростью в городском потоке других автомобилей, либо по трассе с той скоростью, с которой хочет ехать водитель. Также при испытаниях на стендах для конкретного режима устанавливается вполне определенная постоянная скорость движения. Скорость движения в легковом автомобиле изменяется в зависимости от нажатия водителем ногой на педаль газа, при этом электронная система управления двигателем работает таким образом, что считывается сигнал датчика положения дроссельной заслонки или датчика положения педали газа. Затем этот сигнал корректируется с учетом большого числа других датчиков и на основании всего вышеперечисленного устанавливается вполне определенная длительность впрыскивания топлива в виде управляющего импульса на форсунку. Если же топливо имеет другой химический состав и сгорает с меньшим тепловыделением и по другому закону тепловыделения, то при одинаковом количестве топлива заданная мощность будет недостижима, а значит скорость автомобиля не будет соответствовать, то есть будет меньше той с которой автомобиль должен двигаться при данном положении ноги водителя на педаль газа. Чисто субъективно водитель ощущает, что автомобиль едет медленнее, имеют худшую динамику, и поэтому начинает сильнее нажимать на педаль газа для получения той изначальной скорости, с которой он хотел двигаться. Либо приходится резче нажимать на педаль газа и сильнее утапливать её при каждом разгоне или выходе на обгон на трассе. Соответственно датчик положения дроссельной заслонки и датчик положения педали газа будут занимать новое, уже больше по величине значение, и как следствие электронный блок управления двигателем увеличит длительность управляющего импульса для подачи большего количества менее энергетического топлива в цилиндр двигателя. То есть, при осуществлении такой обратной связи через субъективные ощущения человека и его потребности произойдет коррекция мощности и скорости автомобиля, через длительность управляющего импульса на форсунку. Если произвести измерение длительности импульса на эталонном бензине и длительности импульса на экспериментальном бензине, процентная разница между ними будет указывать на увеличение расхода топлива в данной системе.

Когда автомобиль работает на холостом ходу, участие водителя в процессе регулирования топливopодачи отсутствует – педаль газа отпущена. Длительность управляющего импульса на форсунки будет изменена автоматически блоком управления, при падении числа оборотов по датчику коленчатого

вала. В электронный блок управления занесены эталонные величины оборотов двигателя для режима холостого хода. Если менее энергоэффективный бензин не позволяет выдерживать такие обороты, и они снижаются ниже заданного уровня, то увеличение длительности впрыска будет производиться тех пор, пока обороты не удастся вернуть на прежний заданный уровень (Рисунок 4).

Эти величины коррекции очень хорошо видны при практических экспериментах, когда применяются различные бензины. Можно рассматривать автомобили позволяющие работать на бензинах с разным октановым числом (за счёт переключения режимов работы – например, Mercedes и Opel выпуска конца девяностых, начала двухтысячных годов) или же в случае применения альтернативных топлив.

Сейчас большинство альтернативных экспериментальных топлив представляет собой бензины с различным процентным содержанием этилового или метилового спирта в его составе. Процесс горения спиртовых смесей будет отличаться, как по температуре в камере сгорания, так и по выделяемой энергии, что приведет к изменению работы двигателя и появлению корректировки длительности впрыскивания блоком управления. Это происходит из-за работы по алгоритмам вышеупомянутых обратных адаптивных связей.

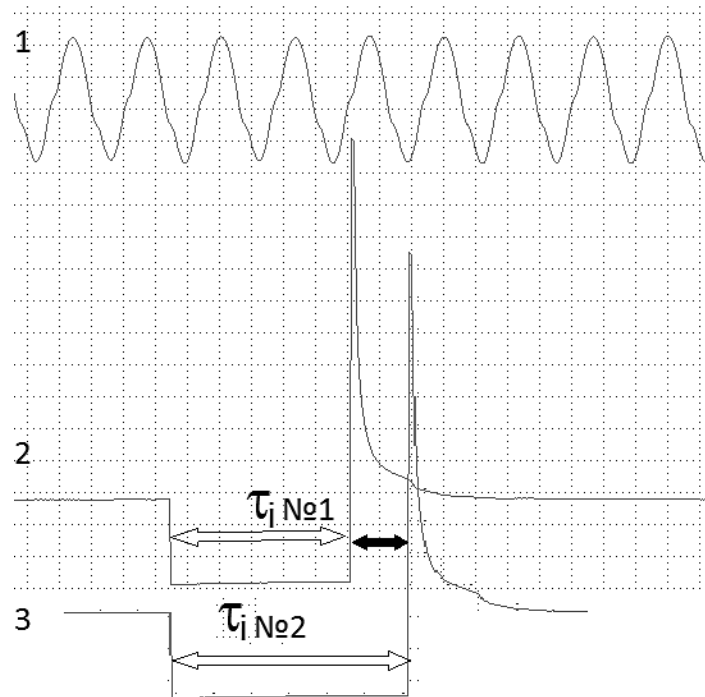


Рисунок 4 - Изменение длительности впрыскивания при разных бензинах
1 – сигнал датчика коленчатого вала; 2 – длительность впрыска форсунки на эталонном бензине; 3 – длительность впрыска на спиртовом бензине.

Выводы. Как показали проведенные эксперименты на дизельных и бензиновых двигателях, если производить измерение не только основного диагностического параметра но и величины корректировки, то можно получить большую глубину диагностирования; более достоверную постановку диагноза; и выявить часть неисправностей, не определяемых традиционными диагностическими методами в условиях станции технического обслуживания. Также по величине вводимой корректировки можно спрогнозировать техническое состояние агрегата и его изменение во времени, для конкретного элемента топливной аппаратуры, или иных систем с обратной связью для современного дизельного и бензинового двигателя. В том числе этот метод применим при измерении в контурах обратной связи по кислородному датчику, бензиновых двигателей при их работе на смесевых спиртовых бензинах.

Список использованных источников

1. Пинский Ф.И., Давтян Р.И., Черняк Б. Я. Микропроцессорные системы управления . автомобильными двигателями внутреннего сгорания. Учебное пособие. М. Легион-Автодата, 2004. — 136 с.
2. Глазков, Ю. Е. Современные тенденции развития двигателей внутреннего сгорания / Ю. Е. Глазков, М. А. Попов // Повышение эффективности использования ресурсов при производстве

- сельскохозяйственной продукции - новые технологии и техника нового поколения для АПК : Сборник научных докладов XX Международной научно-практической конференции, Тамбов, 26–27 сентября 2019 года. – Тамбов: Студия печати Галины Золотовой, 2019. – С. 197-199.
3. Системы управления дизельными двигателями. Перевод с немецкого. С40 Первое издание. М.: ЗАО "КЖИ "За рулем", 2004. -480 с.
 4. Глазков, Ю. Е. Анализ особенностей эксплуатации двигателей транспортных средств на различных видах биотоплива / Ю. Е. Глазков, М. М. Глазкова // Тенденции развития науки и образования. – 2020. – № 67-2. – С. 27-30. – DOI 10.18411/lj-11-2020-49.
 5. Глазков, Ю. Е. Современные тенденции развития двигателей внутреннего сгорания / Ю. Е. Глазков, М. А. Попов // Повышение эффективности использования ресурсов при производстве сельскохозяйственной продукции - новые технологии и техника нового поколения для АПК : Сборник научных докладов XX Международной научно-практической конференции, Тамбов, 26–27 сентября 2019 года. – Тамбов: Студия печати Галины Золотовой, 2019. – С. 197-199.
 6. Ануфриев, Д. Н. Анализ известных методов улучшения топливной экономичности и экологических показателей в режимах холостого хода и малых нагрузок машинного парка АПК / Д. Н. Ануфриев, Ю. Е. Глазков // Импортзамещающие технологии и оборудование для глубокой комплексной переработки сельскохозяйственного сырья : материалы I Всероссийской конференции с международным участием, Тамбов, 24–25 мая 2019 года. – Тамбов: Тамбовский государственный технический университет, 2019. – С. 161-165.

УДК 629.113

73.31.41: Техническая эксплуатация и ремонт средств автомобильного транспорта. Автосервис

РАЗРАБОТКА МУЛЬТИАГЕНТНОЙ СИСТЕМЫ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ И РЕМОНТА ПОДВИЖНОГО СОСТАВА АВТОМОБИЛЬНОГО ТРАНСПОРТА

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

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 392032 Россия, e-mail: Anatoliy_658@mail.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. В условиях увеличения сложности и изменчивости сложных систем увеличивается роль процессов принятия грамотных управленческих решений, основанных на использовании различного программно-алгоритмического обеспечения. Это дает возможность повысить эффективность выбора решений за счет проведения многокритериального анализа исходной информации.

Окружающий нас мир является сложным и сочетает в себе многообразие состояний, характеризующих порядок и хаос, организацию и дезорганизацию, равновесие и разногласия. При этом рассмотрение его с точки зрения возможностей отдельного объекта представляет мир в виде локальных, фрагментарных, неточных моделей. В соответствии с этим, принцип согласования и координации интересов и точек зрения, свойственный для функционирования современных организаций, ложится в основу множества методов и средств искусственного интеллекта, в том числе при проектировании взаимодействий искусственных агентов, построении мультиагентных систем и интеллектуальных организаций [1, 2].

В основе мультиагентного подхода лежит понятие мобильного программного агента, который представляет собой компьютерную программу или элемент искусственного интеллекта. Задача агента - самостоятельно воспроизводить то, что обычно делает человек, то есть полностью автоматизировать диагностику и обслуживание автомобиля на расстоянии и при любой найденной неисправности самостоятельно найти путь для ее решения.

Агент обладает способностью полностью функционировать без вмешательства кого-либо и осуществлять контроль внутреннего состояния и своих действий. Отличительной чертой агента от других адаптивных систем является способность к обучению. Поэтому, во время изменений во внешней среде, он умеет пополнять свои базовые знания, что поможет ему в дальнейшем более качественно находить решения возникающих проблем и иметь больше альтернативных вариантов, если один из них не сработает [1].

Решение задачи. Мультиагентный подход является рациональным для решения быстрого и точного обслуживания автомобиля [3]. Его применение для решения данной задачи обуславливается следующими причинами:

- совместная деятельность агентов должна обеспечить оптимальное (или близкое к оптимальному) решение задачи;

- возможность распараллеливания всех задач между отдельными агентами позволит существенно сократить время, затрачиваемое на их решение.

Актуальность применения мультиагентных систем (МАС), во многом, объясняется сложностью систем и организаций, снижением эффективности централизованного управления из-за наличия большого количества разнонаправленных потоков информации, неоднородностью распределения решаемых задач, необходимостью обеспечения адаптивности управляющих систем, а также тенденциями развития современной вычислительной техники и программного обеспечения.

Мультиагентная технология - это относительно новая программная технология, для решения сложной задачи или проблемы использует системы, состоящие из множества взаимодействующих агентов.

Для того, чтобы иметь возможность дистанционно обслуживать тот или иной автомобиль, сначала надо определить возможность его удаленной диагностики. На сегодня это не является проблемой. С помощью модуля диагностики автомобиля включающего в себя систему самодиагностики и электронный блок управления (ЭБУ) использование мультиагентного подхода становится более возможным. С экрана - это система, которая постоянно держит под наблюдением сигналы различных датчиков и исполнительных механизмов системы управления двигателем. Эти сигналы сравниваются с их контрольными значениями, которые хранятся в памяти бортового компьютера [4].

Набор таких контрольных значений может быть различным в разных автомобилях и их моделях. Он может включать в себя верхние и нижние допустимые пределы контролируемых параметров, допустимое количество ложных сигналов в единицу времени, ложные сигналы и сигналы, выходящие за допустимые пределы и др. При выходе сигнала за пределы контрольных значений (например, сопротивление цепи стало равным нулю - короткое замыкание) ЭБУ квалифицирует это состояние как неисправность, формирует и размещает в памяти соответствующий код.

Ранние конструкции систем диагностики были способны формировать и хранить лишь небольшое число кодов. Современные системы в состоянии генерировать и хранить 100 и более кодов и способны еще увеличить это количество по мере того, как программное обеспечение бортовых компьютеров научится выделять новые сбойные ситуации [5].

Например, в одной диагностической системе все неисправности определяются одним кодом. В другой, более совершенной системе, различным неисправностям будут соответствовать разные коды, что поможет быстрее найти неисправный элемент и устранить неисправность.

Система спутникового мониторинга должна обеспечивать возможность контроля безотказной работы всех систем автомобиля. Для этого должно обеспечиваться непрерывное определение геопозиции автомобиля.

Системы диагностики на различных автомобилях различаются, но принципы действия всех систем схожи. Блок управления считывает показания датчиков на различных режимах работы в процессе эксплуатации автомобиля (такие режимы как запуск, прогрев, холостой ход, разгон, торможение и т.д.). Показания датчиков бывают статическими (дискретными) или динамическими (изменяющимися во времени). Статические показатели датчиков обычно определяются заданным значением - импульсом определенного уровня или «переключателем» (наличием или отсутствием сигнала), а динамические, в большинстве случаев, передают изменения параметра и проверяются на допустимые диапазоны (верхний и / или нижний пределы). Все диагностические системы сохраняют и отражают статические данные - «коды ошибок» и динамические характеристики.

На дискретные показания датчиков система самодиагностики реагирует обычно только при отсутствии электрического контакта (возвращает сигнал о неисправности датчика), а изменение динамических показателей отслеживается по таблицам, хранящихся в памяти устройства управления. Возможно, что один и тот же датчик может проверяться как на электрический контакт, так и на допустимые пределы изменения. И тогда, для одного устройства могут быть две ошибки: либо отсутствие сигнала, либо выход за предельные параметры.

Диспетчерский центр может быть построен как на облачной инфраструктуре (AWS, DigitalOcean, Hetzner), так и используя свой центр обработки данных. Выгода от использования облачных технологий очевидна - поддержка серверов на стороне облачного провайдера, нацеленность на горизонтальное масштабирование, минимальная стоимость. Но существуют и риски, связанные с недоступностью того или иного центра обработки данных по внутренним причинам облачного провайдера. В случае своего центра обработки данных, поддержка работы серверов зависит только от его владельца.

Можно сказать, что с технической стороны, моделирование мультиагентов для автомобиля, более чем реальное явление. Современные достижения в области мобильной передачи данных, новые переносные диагностические приборы и устройства для станций технического обслуживания, удаленное считывание показаний датчиков автомобиля с помощью электронного блока управления и др. позволяют в своей совокупности выйти на новый уровень. А именно - компоновка всех диагностических систем в одну, более инновационную и точную мультиагентную систему.

Важным условием эффективного использования автомобиля по назначению является поддержание его систем в технически исправном состоянии. Для этого предназначена система технического обслуживания (ТО) и ремонта (Р), которая является профилактическим мероприятием и проводится в плановом порядке. Однако, значительное рассеивание параметров технического состояния автомобилей в процессе эксплуатации, под действием многих факторов, приводит к тому, что такая система не может обеспечить заданной продолжительности работы автомобиля до очередного планового технического обслуживания. Такого недостатка лишена система ТО и Р по техническому состоянию, в основу которой положен контроль состояния автомобиля с использованием диагностических средств и проведение технического обслуживания и ремонта в зависимости от этого состояния. Совершенствование средств встроенной бортовой диагностики автомобиля является перспективным направлением развития системы ТО и Р.

Современные системы диагностирования технического состояния автомобилей благодаря бортовым компьютерам и системе встроенных датчиков предупреждают водителя о неисправности с указанием места их возникновения - это экономит средства и время на диагностику во время ТО. Однако, стоимость таких систем достаточно высока, и поэтому их использование на сегодняшний день не нашло широкого применения. Такая ситуация обуславливает поиск альтернативных путей поддержания автомобилей в работоспособном состоянии.

Современные автомобили, в основном, оборудованы элементарными контрольно - измерительными приборами, в то время как требования по безопасности движения и своевременной доставки пассажиров и грузов делают недопустимыми вынужденные остановки из-за отказов в период между плановыми ТО [6]. Учитывая сложности перехода к системе обслуживания автомобилей по техническому состоянию, для поддержания работоспособности автомобилей необходимо совершенствовать действующую планово-предупредительную систему ТО и Р. Избежать выше указанных недостатков планово-предупредительной системы ТО и Р возможно путем прогнозирования ресурса безотказной работы автомобилей. Одновременно это позволит приблизиться к системе ТО и Р по техническому состоянию. Реализация такого пути позволит предотвратить вынужденные остановки автомобилей из-за отказов при эксплуатации, в частности при выполнении условной задачи (перевозки пассажиров, грузов), за счет предотвращения отказов путем своевременного информирования водителя о возможных неисправностях и способах их устранения.

Сущность методики поддержания работоспособности автомобиля в периоды между плановыми ТО заключается в прогнозировании времени его безотказной работы в зависимости от наработки и срока эксплуатации и установление перечня дополнительных профилактических работ для тех элементов, которые чаще всего приводят к потере автомобилем работоспособности. Вопрос о закономерности изменения показателей работоспособности технических объектов во времени изучает наука о надежности техники, которая базируется на фундаментальных математических и естественных науках и широко использует теорию вероятностей и математическую статистику. В связи со случайным характером возникновения отказов проблема поддержания работоспособности автомобиля не может быть решена в отрыве от надежности отдельных его узлов и агрегатов.

Агентные технологии применяются к таким функциональным задачам ТО и Р:

- сбор информации о состоянии (мониторинг функционирования);
- обеспечение управления документацией;
- сбор информации о деятельности ремонтных подразделений;
- оценка эффективности процесса ТО и Р;
- управление процессом выполнения ТО и Р и другим.

Выводы. Проведя исследование, которое показало нам разнообразие способов создания мультиагентных систем, оказалось, что их применение в сфере обслуживания автомобилей более чем возможно. Благодаря уже существующим достижениям в сфере компьютерных технологий, математики, технической нейробиологии и при их взаимодействии остается только небольшой шаг к созданию системы, которая изменит представление о возможностях обслуживания автомобиля, что поднимет автомобильную отрасль на новый уровень. Сущность мультиагентного подхода в этом случае заключается в том, что гораздо эффективнее внедрить несколько интеллектуальных агентов, которые будут отвечать за свой небольшой сегмент, чем использовать одно электронное устройство с заданной жесткой программой функционирования, которое отвечает за всю диагностику.

Список использованных источников

1. Доровских, Д. В. Уточнение режимов упрощенного испытательного цикла для определения технического состояния автомобилей / Д. В. Доровских, Ю. Е. Глазков // Наука в центральной России. – 2020. – № 5(47). – С. 66-73. – DOI 10.35887/2305-2538-2020-5-66-73.
2. Глазков, Ю. Е. Современные тенденции развития двигателей внутреннего сгорания / Ю. Е. Глазков, М. А. Попов // Повышение эффективности использования ресурсов при производстве сельскохозяйственной продукции - новые технологии и техника нового поколения для АПК : Сборник научных докладов XX Международной научно-практической конференции, Тамбов, 26–27 сентября 2019 года. – Тамбов: Студия печати Галины Золотовой, 2019. – С. 197-199.
3. Глазков, Ю. Е. Конкурентоспособность сервисного обслуживания автомобилей / Ю. Е. Глазков, А. В. Кириллов // Устойчивое развитие региона: архитектура, строительство, транспорт : Материалы 4-й Международной научно-практической конференции института архитектуры, строительства и транспорта Тамбовского государственного технического университета, Тамбов, 15–16 июня 2017 года. – Тамбов: Издательство Першина Р.В., 2017. – С. 465-467.
4. Глазков, Ю. Е. Использование информационных технологий при определении годовой программы автотранспортных предприятий / Ю. Е. Глазков, А. В. Коробов // Научно-методический электронный журнал Концепт. – 2017. – № Т39. – С. 1186-1190.
5. Глазков, Ю. Е. Тенденции развития производственно-технической базы автотранспортных предприятий Г. Тамбова / Ю. Е. Глазков, А. И. Попов // Энергоэффективные и ресурсосберегающие технологии и системы : Международная конференция, Саранск, 01–03 октября 2014 года / Редакция: Столяров А.В. (отв. ред.), редакторы: Сенин П.В., Котин А.В., Иншаков А.П., Водяков В.Н., Савельев А.П., Левцев А.П., Наумкин Н.И., Чаткин М.Н., Комаров В.А., Ионов П.А.. – Саранск: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Мордовский государственный университет им. Н.П. Огарёва", 2014. – С. 188-191.
6. Глазков, Ю. Е. Интенсификация работы автотранспортных предприятий на основе использования информационных технологий / Ю. Е. Глазков, Т. И. Андреева // Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика. – 2014. – Т. 2. – № 3-1(8-1). – С. 260-267. – DOI 10.12737/4600.

ФОРМИРОВАНИЕ НАПРАВЛЕНИЙ РАЗВИТИЯ ПРЕДПРИЯТИЙ АВТОМОБИЛЬНОГО ТРАНСПОРТА

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

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 392032 Россия, e-mail: Anatoliy_658@mail.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

Зорин А.С.,

ООО «3-лайн», генеральный директор ул. Селезневская, 92, г. Тамбов, Тамбовская область, 392024, Россия, e-mail: zorin619@bk.ru

Введение. Предприятия автомобильного транспорта должны постоянно совершенствовать и развивать свои производственные процессы, добиваясь высокого качества и эффективности производства услуг по техническому обслуживанию (ТО) и ремонту (Р) автомобилей. Основным методом обеспечения качества ТО и ремонта является обеспечения качества на всех этапах производства, то есть сбалансированности производственного процесса.

Реализация указанных требований невозможна без приведения в соответствие технических, организационных, социальных условий, факторов производства, без разработки концепции, принципов и методологии в соответствии с системой тотального управления качеством. Это будет способствовать установлению четких взаимоотношений между отдельными элементами и этапами производственного процесса, между структурными подразделениями предприятия и исполнителями, повышению их ответственности за обеспечение качества и эффективности процессов и удовлетворению ожиданий и требований потребителя к качеству услуг по ТО и ремонту автомобилей.

Техническое обслуживание и ремонт автомобилей является сложным производственным процессом. На качество и эффективность производства услуг влияет множество разноплановых факторов, что часто приводит к нестабильности процесса, потере его эффективности, снижению качества производимых услуг. Поэтому важным вопросом является создание системы постоянного контроля и совершенствования, развития производства для реализации процессов ТО и ремонта автомобилей и методологии их своевременной корректировки.

Проблема развития предприятия связана с недостаточным обеспечением информацией всех этапов протекания производственного процесса, начиная с изучения рынка услуг, получения необходимых материальных и энергетических ресурсов, заканчивая определением качества и эффективности произведенной услуги и отсутствием общей методологии использования такой информации при планировании развития производственных процессов. Такую информацию можно получить при мониторинге производства услуг на всех его этапах.

Для обеспечения эффективной эксплуатации автомобилей необходимы соответствующие современные технологические процессы, сбалансированная структура основных производственных фондов предприятия, кадровое обеспечение высокого уровня.

Решение задачи. Формирование направлений развития предприятий автомобильного транспорта должно быть основано на анализе технических, экономических, организационных показателей и оценке эффективности и качества сервисных услуг. Причем направления развития должны обеспечивать поступательное развитие предприятия (Рисунок 1).

При формировании направлений развития предприятий автомобильного транспорта целесообразно использовать технико-экономические методы обоснования направлений развития предприятий автомобильного транспорта, которые базируются на основе достижений в развитии техники и технологий, а также на экономических законах функционирования рынка услуг автосервиса: регулировании спроса и предложения на техническое обслуживание и ремонт автомобилей; законах формирования стоимости услуг, учета потребностей в получении услуг автосервиса в регионе, интересов коллектива предприятия и отдельных его сотрудников.

Технико-экономические методы основаны на строгой зависимости производства услуг от существующего рынка. Они стимулируют рациональное использование материальных и энергетических ресурсов, внедрения новейших технологий и опыта работы лучших предприятий. Указанные методы используют такие механизмы как: прогнозирование, планирование, разработку новых технологий, мотивацию работников, кредитование, инвестирование и др.

Мониторинг рынка услуг в регионе расположения предприятия целесообразно вести различными методами, используя анкетирование и слушания потребителей и экспертный опрос потребителей и специалистов. При этом исследуются как внешняя, так и внутренняя среда по отношению к предприятию. При мониторинге целесообразно использовать метод Servqual, «зону толерантности» [1].



Рисунок 1 – Формирование и оценка направлений развития предприятия

Предприятие может осуществлять мониторинг рынка услуг, пользуясь репрезентативной выборкой на основе квот [2].

В процессе мониторинга эффективности производства и качества услуг по ТО и ремонта необходимо проводить определение и оценку состояния факторов, влияющих на качество, а также изучать динамику их изменений.

Частично анализ можно осуществлять, используя документацию предприятия: ремонтные листы, наряды-заказы, счета-фактуры, документы, сопровождающие материалы и запасные части, статистические документы.

Более точные результаты можно получить по результатам опросов потребителей услуг по ТО и ремонту транспортных средств и экспертов - опытных специалистов отрасли.

При этом важно оценить факторы, характеризующие внешнюю и внутреннюю среду по отношению к предприятию [3, 4].

К внутренней среде можно отнести следующие факторы: бренд и внешний вид предприятия по ТО и ремонту автомобилей; уровень технологий и оборудования, используемых при производстве услуг по ТО и ремонту; качество обслуживания автомобилей и потребителей; качество материалов и запчастей, используемых при ТО и ремонте; стоимость нормо-часа производства услуг; время выполнения услуги и др.

Внешняя среда характеризуется факторами: условия функционирования автомобилей, влияющие на формирование потока требований на ТО и ремонт автомобилей; уровень финансового, трудового рынков и рынка материальных ресурсов в стране и регионе; уровень разветвления сети предприятий по ТО и ремонту автомобилей в регионе; стоимость автомобилей и условия обеспечения автопроизводителями технологиями, нормативами, запчастями; транспортная подвижность населения, среднегодовые пробеги автомобилей; платежеспособность потребителей, налоговая система и др.

Интегральный показатель уровня автотранспортного предприятия формируется на основе оценки отдельных факторов X_i , составляющих внешнюю и внутреннюю среду по результатам опросов потребителей и специалистов. Он определяется по формуле:

$$SQI = \alpha_1 \cdot X_1 + \alpha_2 \cdot X_2 + \dots + \alpha_n \cdot X_n = \sum_{i=1}^n \alpha_i \cdot X_i \quad (1)$$

где α_i – коэффициенты весомости отдельных факторов в интегральном показателе;

$$\alpha_1 + \alpha_2 + \dots + \alpha_n = \sum_{i=1}^n \alpha_i = 1 \quad (2)$$

X_i – средний балл показателя по бальной оценке потребителей услуг.

Интегральный показатель характеризует уровень развития предприятия и соответствие его внешней среде по оценке потребителей и специалистов. Целесообразно отслеживать динамику изменений показателя в процессе развития предприятия и сравнивать его с интегральными показателями других передовых предприятий отрасли.

Но он не позволяет провести детальный анализ отдельных составляющих ожидания и восприятия потребителями качества услуг на предприятии. Это нужно для определения направлений развития предприятия и реализации запланированных мероприятий, а также по привлечению и удержанию потребителей.

Для оценки эффективности приоритетных направлений развития предприятия необходимо разработать систему их оценки.

Развитие предприятия может быть эффективным только тогда, когда существующий производственный потенциал используется полностью. Необходимо в первую очередь без значительных материальных вложений принять организационные меры, повысить культуру производства, и таким образом обеспечить использование потенциала, и уже потом приступать к существенным изменениям производственного процесса.

Расширение, реконструкция и техническое переоснащение предприятий, должны происходить только после полного использования имеющегося потенциала.

Потенциал производственного процесса предприятия $P_{\text{вн}}$ осуществляющего обслуживание и ремонт автомобилей, это максимальная производительность процесса при функционировании в конкретных условиях. При этом $P_{\text{вн}}$, можно представить с позиций системного и процессного подходов как сумму потенциалов отдельных процессов, составляющих общий производственный процесс:

$$P_{\text{вн}} = \sum_{i=1}^m P_{\text{пци}} \quad (3)$$

где $P_{\text{пци}}$ - потенциал i -й составляющей процесса общего производственного процесса;

m - суммарное количество составляющих процессов в общем производственном процессе предприятия.

Производственный потенциал каждой i -й составляющей процесса можно представить функциональной зависимостью:

$$P_{nci} = f(\sum_j P_{nj}, T_{en}, C_{nn}, C_{pn}, O_{en}, Y_{en}) \quad (4)$$

где P_{nj} - внутренние j -е имеющиеся ресурсы производственного процесса предприятия: трудовые, технологические, интеллектуальные, финансовые и т.п.;

T_{en} - совершенствование и внедрение новых технологий, модернизация производственной базы, внедрение новых методов, способов производства и т.п.;

C_{nn} - потенциал рынка автосервисных услуг;

C_{pn} - возможности и качество внешней ресурсной среды: рынок материалов, запасных частей, энергетических ресурсов и т.п.;

O_{en} - потенциал организационных усовершенствований, преобразований производственного процесса;

Y_{en} - потенциал новых, более совершенных методов управления производственными процессами.

Выводы. При формировании направлений развития предприятий автомобильного транспорта необходимо произвести анализ состояния и функционирования производственного процесса, выявить пути повышения эффективности его функционирования, определить узкие места и разработать программу развития в соответствии со сформированными направлениями.

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 Международной научно-практической конференции института архитектуры, строительства и транспорта Тамбовского государственного технического университета, Тамбов, 15–16 июня 2017 года. – Тамбов: Издательство Першина Р.В., 2017. – С. 465-467.
2. Глазков, Ю. Е. Использование информационных технологий при определении годовой программы автотранспортных предприятий / Ю. Е. Глазков, А. В. Коробов // Научно-методический электронный журнал Концепт. – 2017. – № Т39. – С. 1186-1190.
3. Глазков, Ю. Е. Тенденции развития производственно-технической базы автотранспортных предприятий Г. Тамбова / Ю. Е. Глазков, А. И. Попов // Энергоэффективные и ресурсосберегающие технологии и системы : Международная конференция, Саранск, 01–03 октября 2014 года / Редакция: Столяров А.В. (отв. ред.), редакторы: Сенин П.В., Котин А.В., Иншаков А.П., Водяков В.Н., Савельев А.П., Левцев А.П., Наумкин Н.И., Чаткин М.Н., Комаров В.А., Ионов П.А.. – Саранск: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Мордовский государственный университет им. Н.П. Огарёва", 2014. – С. 188-191.
4. Глазков, Ю. Е. Интенсификация работы автотранспортных предприятий на основе использования информационных технологий / Ю. Е. Глазков, Т. И. Андреева // Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика. – 2014. – Т. 2. – № 3-1(8-1). – С. 260-267. – DOI 10.12737/4600.

РАЗРАБОТКА ПРОГРАММЫ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРОЦЕССОВ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ И РЕМОНТА АВТОМОБИЛЕЙ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ АВТОМОБИЛЬНОГО ТРАНСПОРТА

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 392032 Россия, e-mail: Anatoliy_658@mail.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

Новичков А.А.,

ТОГАПОУ «Техникум отраслевых технологий» - преподаватель спецдисциплин, ул. Рылеева, д. 77, г.Тамбов, Тамбовская область 392024 Россия, e-mail: andrei08.08.87@mail.ru

Привалов А.А.,

ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет» - магистрант, ул. Мичуринская, 112, корп. Д, г. Тамбов, Тамбовская область, 392032, Россия

Введение. На предприятиях автомобильного транспорта необходимо предусматривать постоянное развитие процессов технического обслуживания и ремонта автомобилей.

Для обеспечения эффективной эксплуатации автомобилей необходимы соответствующие состав и структура основных производственных фондов предприятия, современные технологические процессы. Вопросам оптимизации производственных структур предприятий постоянно уделяется должное внимание. Эти проблемы глубоко исследовали многие ученые.

Мировой опыт эксплуатации специальных машин и автомобилей показывает, что производственные мощности для проведения технического обслуживания и текущего ремонта должны жестко соответствовать потребностям парка, который эксплуатируется в конкретных условиях эксплуатации, на конкретных работах и перевозках, имеет конкретное техническое состояние.

Методики обоснования и расчетов мощности производственных структур [1, 2, 3], которые использовались ранее, устарели. Они приводят к увеличению удельных материальных затрат на техническое обслуживание и текущий ремонт автомобилей и поэтому не обеспечивают эффективной, конкурентоспособной эксплуатации.

Стабильная эффективная работа предприятия, рост его производственного потенциала возможен при стабильном наращивании и развитии технологий, технического оснащения производственного процесса технического обслуживания и ремонта автомобилей.

На предприятии должна быть разработана и внедрена системная оценка уровня и соответствия производственного процесса рынку услуг. Оценка уровня процесса и разработка обоснованных направлений его развития должны использоваться при формировании стратегии наращивания потенциала производственного процесса предприятия.

Разработка стратегии развития производственного процесса предприятия автосервиса становится особенно актуальной в условиях увеличения автомобильного парка и развития рынка сервисных услуг.

Решение задачи. На предприятиях автомобильного транспорта необходимо иметь методологию постоянного развития, совершенствования процесса ТО и ремонта автомобилей. Целесообразно определять направления и механизм совершенствования процесса с целью повышения эффективности производства и качества услуг по техническому обслуживанию и ремонту автомобилей.

Важно также обосновать требования и ограничения к моделям и программам развития производственного процесса.

Необходимость обеспечения конкурентоспособности предприятия остро ставит вопрос повышения качества и эффективности производства услуг по ТО и ремонту автомобилей, применению передовых методов организации и управления производством. Это позволит рационально использовать материальные, энергетические ресурсы, выявить и реализовать потенциальные технологические возможности.

Целесообразно провести научное обоснование путей и направлений повышения качества обслуживания и ремонта автомобилей путем развития технологий, планирование развития технико-технологического, кадрового обеспечения на основе минимизации затрат при одновременном обеспечении качества ТО и ремонта автомобилей. Технологии должны максимально учитывать реальные условия работы и факторы, влияющие на производственный процесс, быть современными, обоснованными.

Общая методика исследований процессов и разработки программы развития процессов должна включать следующие этапы [4,5]:

- экспериментальное исследование процессов обслуживания и ремонта автомобилей на предприятии;
- анализ опыта функционирования производственных процессов и системы управления качеством услуг на лучших предприятиях автомобильного транспорта;
- разработку методики планирования процессов в системе управления производством услуг по обслуживанию и ремонту автомобилей;
- разработку ограничений и требований к моделированию процессов ТО и ремонта автомобилей;
- разработку методики оптимизации плана производства услуг по ТО и ремонту автомобилей;
- определение наиболее значимых составляющих системы обеспечения качества и эффективности производства услуг по обслуживанию и ремонту автомобилей;
- определение требований к организации и управлению системами технического обслуживания и ремонта автомобилей;
- разработку программы развития технико-технологического обеспечения производственного процесса;
- разработку модели планирования кадрового обеспечения предприятий.

Формирование программы и планов развития производства услуг по ТО и ремонту автомобилей на предприятии должно производиться по схеме (рисунок 1).

Развитие производственного процесса предприятия автомобильного транспорта должно осуществляться за счет внедрения новых технологий, внедрения нового и модернизации существующего технологического оборудования, внедрения новейших систем подготовки, повышения квалификации и мотивации работников, совершенствования нормативного и информационного обеспечения процессов.

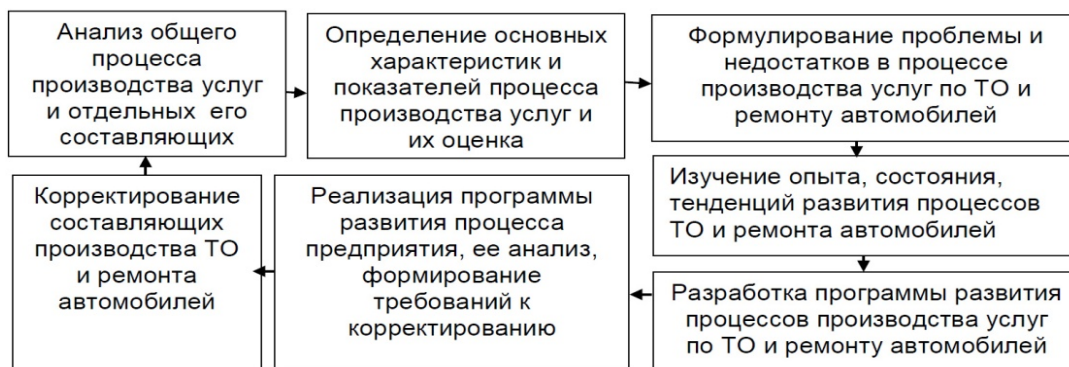


Рисунок 1 – Схема формирования программы развития производственного процесса

Для разработки комплексной программы развития производственного процесса ТО и ремонта автомобилей на предприятии необходимо определить главные, приоритетные направления по всем составляющим процесса.

Для технологических процессов предприятий автомобильного транспорта такими направлениями являются:

- развитие технологических процессов производства в зонах обслуживания и ремонта автомобилей на базе компьютерных технологий;
- развитие технологических процессов производственных участков на основе новейших технологий (малярный, электротехнический, аккумуляторный участок и др.);
- совершенствование технологических процессов инфраструктуры (операции закупки материалов, складирование материалов и т.п.);
- технологическую культуру (экологичность технологий, показатели эргономичности).

Для технического оснащения производственного процесса основными направлениями являются:

- обеспечение технического уровня технологического оборудования производственного процесса;

- формирования системы ТО и ремонта технологического оборудования;
- оценка уровня и технического состояния технологического оборудования;
- исследования современного состояния развития технического оснащения производственных процессов и разработка программы замены оборудования.

Для кадрового обеспечения процесса основными направлениями являются:

- система подготовки и комплектования кадров для производственного процесса;
- система повышения квалификации и формирования производственной карьеры работников;
- система мотивации кадров в соответствии с участием в производственном процессе;
- система социальной защиты работников предприятия;
- социальная направленность по отношению к рабочим предприятия.

Нормативное обеспечение процессов ТО и ремонта автомобилей должно включать подсистемы стандартов и нормативов по следующим направлениям:

- обеспечение процессов определения рынка услуг и формирования производственной программы предприятия (законы о налогообложении, нормативы периодичности, трудоемкости обслуживания и т.п.);
- обеспечение материально-технического снабжения (нормативы хранения материалов, нормативы расхода материалов и т.п.);
- обеспечение протекания процесса технического обслуживания и ремонта автомобилей (нормативы трудоемкости обслуживания и ремонта автомобилей, нормативы расхода материалов и т.п.);
- обеспечение функционирования производственной базы для технического обслуживания и ремонта автомобилей (нормативы использования оборудования, нормативы обслуживания оборудования);
- обеспечение управления процессами обслуживания и ремонта автомобилей (законы и постановления правительства, стандарты, нормативы функционирования производства и т.п.);
- обеспечение функционирования кадрового потенциала (законы и постановления правительства, регламентирующие функционирование трудовых коллективов предприятий, нормативы затрат и оплаты труда и т.п.);
- обеспечение управления процессами обслуживания и ремонта автомобилей (показатели, характеризующие нормальное функционирование производства и отдельных его составляющих и т.п.);
- обеспечение контроля технического состояния автомобилей (стандарты, нормативы технического состояния автомобилей и т.п.).

Программа развития производства ТО и Р на предприятии представлена на рисунке 2.



Рисунок 2 - Блок-схема алгоритма разработки и реализации программы развития процесса предприятия

Программа разрабатывается на основе оценки и анализа технико-экономических возможностей предприятия.

Выводы

При разработке программы развития производственного процесса предприятия необходимо контролировать и анализировать: показатели объема и структуры расходов на технико-технологическое обеспечение, кадровое, нормативное обеспечение, показатели уровня технологий, показатели функционирования предприятия.

Список использованных источников

1. Wang H., Liu G. P., Harris C.J., Brown M. Advanced Adaptive Control. – Oxford: Pergamon, 1995. – 262 p.
2. Доровских, Д. В. Анализ современных стратегий и тактик систем технического обслуживания и ремонта подвижного состава автомобильного транспорта / Д. В. Доровских, И. Ю. Доровских // Проблемы и перспективы инновационного развития АПК : Сборник научных докладов Международной научно-практической конференции, посвященной 40-летию ФГБНУ ВНИИТиН, Тамбов, 16 октября 2020 года. – Тамбов: Студия печати Галины Золотовой, 2020. – С. 161-166.
3. Доровских, Д. В. Мониторинг состояния качества оказываемых услуг технического обслуживания и ремонта автомобилей / Д. В. Доровских, И. Ю. Доровских // Проблемы и перспективы инновационного развития АПК : Сборник научных докладов Международной научно-практической конференции, посвященной 40-летию ФГБНУ ВНИИТиН, Тамбов, 16 октября 2020 года. – Тамбов: Студия печати Галины Золотовой, 2020. – С. 167-170.
4. Доровских, Д. В. Мониторинг состояния качества услуг технической эксплуатации и ремонта автомобилей / Д. В. Доровских, А. В. Милованов // Современная наука: теория, методология, практика : Материалы 2-ой Всероссийской (национальной) научно-практической конференции, Тамбов, 28–29 мая 2020 года. – Тамбов: Издательство ИП Чеснокова А.В., 2020. – С. 192-196.
5. Доровских, Д. В. Анализ современных направлений совершенствования технической эксплуатации автомобилей / Д. В. Доровских, А. В. Милованов // Современная наука: теория, методология, практика : Материалы 2-ой Всероссийской (национальной) научно-практической конференции, Тамбов, 28–29 мая 2020 года. – Тамбов: Издательство ИП Чеснокова А.В., 2020. – С. 57-63.

УДК 629.113

73.31.41: Техническая эксплуатация и ремонт средств автомобильного транспорта. Автосервис

ОБОСНОВАНИЕ КОЭФФИЦИЕНТА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПРЕДОСТАВЛЕННЫХ УСЛУГ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА ТО И РЕМОНТА НА ПРЕДПРИЯТИЯХ АВТОМОБИЛЬНОГО ТРАНСПОРТА

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 392032 Россия, e-mail: Anatoliy_658@mail.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

Новичков А.А.,

ТОГАПОУ «Техникум отраслевых технологий» - преподаватель спецдисциплин, ул. Рылеева, д. 77, г.Тамбов, Тамбовская область 392024 Россия, e-mail: andrei08.08.87@mail.ru

Привалов А.А.,

ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет» - магистрант, ул. Мичуринская, 112, корп. Д, г. Тамбов, Тамбовская область, 392032, Россия

Введение. Одной из особенностей развития транспортной системы Российской Федерации является резкое увеличение численности легковых автомобилей. Вместе с автомобилизацией возникло и немало проблем, одной из которых является поддержание автомобильной техники в исправном состоянии. Автосервис в нашей стране растет и развивается с увеличением количества автомобилей и трансформируется с изменением социально-экономических условий, однако авторизированные предприятия с высоким уровнем сервиса хорошо представлены лишь в крупных городах и практически отсутствуют

в небольших городах, поселках [1]. Поэтому с количественным ростом автосервиса возникает проблема оценки различных аспектов его качества.

Содержание и составляющие качества товаров и услуг определены терминологическим стандартом Международной организации по стандартизации (ИСО) как «совокупность объективных особенностей, свойств и характеристик, которые присутствуют при создании и использовании продукции и предоставляют ему возможность удовлетворять обусловленные или предусмотренные потребности» [2]. В практической деятельности предприятия автосервиса, уделяют серьезное внимание изучению проблемы измерения качества услуг с точки зрения первой составляющей – процесса «создания продукции» (в нашем случае – производственного процесса оказания услуги), однако роль в определении уровня качества второй составляющей – степени использования услуги – остается нераскрытой.

Поэтому решение вопроса совершенствования системы управления качеством услуги техобслуживания (ТО) и ремонта автотранспорта для повышения эффективности функционирования автосервисного предприятия путем определения оптимального уровня предоставляемой услуги является актуальным.

Решение задачи. Уровень качества, в том числе качества услуг по ТО и ремонту автомобилей, определяется качеством собственно производственного процесса оказания услуги, степенью выполнения нормативных требований и договорных обязательств и профессиональным уровнем исполнителей процесса. Для потребителя также важны количественные показатели оказанной ему услуги, например, количество устраненных неисправностей или выполненных работ по техобслуживанию, соответствие списка выполненных работ ожидаемому (требуемому), разумные цены за оказанные услуги. В зависимости от степени соответствия потребностям клиента этих характеристик услуги, можно говорить о степени использования предоставленной услуги. К сожалению, как показывают опросы потребителей, именно несоответствие количественных показателей чаще всего ведет к оцениванию качества услуги ТО и ремонта как недостаточного и, следовательно, к неудовлетворенности потребителей. Именно это несоответствие (разрыв) между тем, что ожидает клиент, и тем, что он получает, по нашему мнению, является основной проблемой для любого предприятия по предоставлению услуг. Теоретически это несоответствие обосновывается наличием разрывов:

- между представлением руководства предприятия об ожиданиях клиента и реальными ожиданиями;
- между требованиями к сервису и представлениям руководства предприятия об ожиданиях клиента;
- между реализацией услуги и требованиями к ней;
- между реализацией сервиса и коммуникацией с клиентами;
- сводный разрыв – между ожиданиями клиента от сервиса и восприятием полученной услуги.

Схема оценивания качества услуги потребителем на основе теории разрывов и отдельных аспектов поведения потребителя приведена на рисунке 1.

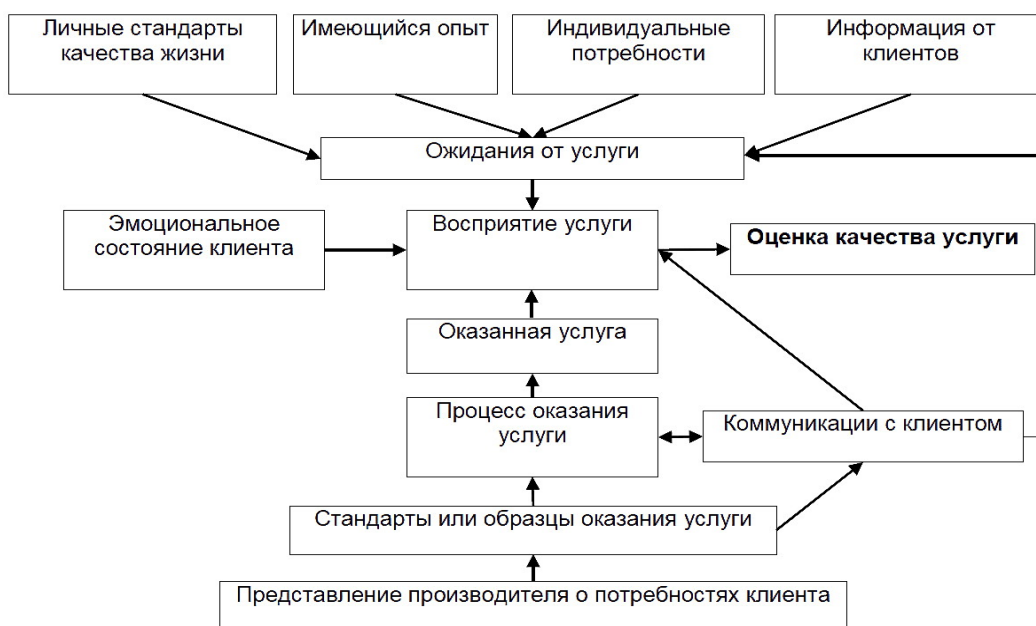


Рисунок 1 – Процесс оценки качества услуги

Для решения проблемы разрыва ожиданий, по нашему мнению, следует применять модель Нориаки Кано [3] для лучшего понимания ожиданий клиента от сервиса. В дальнейшем для минимизации второго разрыва следует уделить внимание тщательной проработке качественных спецификаций и определения свойств всех видов услуг, предоставляемых предприятием. В результате потенциальные количественные показатели оказываемой услуги придут в соответствие с ожиданиями клиента. В дальнейшем, эффективная реализация производственного процесса оказания услуги и его мониторинг будут способствовать соответствию реально предоставленной услуги запланированной, что приведет к повышению степени ее использования.

По нашему мнению, степень использования предоставленной услуги ТО и ремонта автомобиля на предприятии автосервиса является относительным показателем. Этот показатель представляет собой долю объективно необходимых работ, выполненных в соответствии с нормативными требованиями уровня качества, в общем перечне услуг, оказанных заказчику автосервисным предприятием. Количественным показателем степени использования предоставленной услуги ТО и ремонта автомобиля может служить коэффициент использования предоставленной услуги. Согласно выше изложенного, возможно привести следующую зависимость для расчета коэффициента использования предоставленной услуги ТО и ремонта автомобилей:

$$K = \frac{S_i}{S} \cdot \frac{D_r}{D_d + D_u} \cdot \frac{M_r}{M_s} \cdot \frac{R_r}{R_d + R_u} \quad (1)$$

где S_i – количество имплементированных стандартов обслуживания и выполнения работ;

S – общее число стандартов обслуживания и выполнения работ, предусмотренных государством, автопроизводителем и автосервисным предприятием;

D_r – количество исправленных явных и неявных дефектов клиентского автомобиля;

D_d – количество заявленных дефектов клиентского автомобиля;

D_u – количество дефектов клиентского автомобиля, от устранения которых отказался клиент;

M_r – количество выполненных с надлежащим уровнем качества работ по техобслуживанию клиентского автомобиля;

M_s – количество работ по техобслуживанию клиентского автомобиля, определенных государственными стандартами и технологическими картами автопроизводителя;

R_r – количество выполненных с надлежащим уровнем качества ремонтных работ с клиентским автомобилем;

R_d – количество согласованных работ по ремонту клиентского автомобиля;

R_u – количество ремонтных работ, от которых отказался клиент.

В данном случае под дефектами мы понимаем выявленные во время эксплуатации технические недостатки автомобиля, не препятствующие его эксплуатации. Под работами по ТО – обусловленные требованиями автопроизводителей работы, необходимые для поддержания автомобиля в технически исправном состоянии. Под ремонтами – работы по устранению технических недостатков и неисправностей, которые несут угрозу невозможности его дальнейшей безопасной эксплуатации и не включены в список необходимых при ТО. Предполагается, что для обеспечения равных условий конкуренции в сфере ТО и ремонта автомобилей и соблюдения необходимого уровня качества выполняемых работ производитель на равных условиях должен предоставить необходимую информацию для всех исполнителей, производителей инструментов, приборов и оборудования для ТО и ремонта. Данные требования содержатся и в специальных нормативных требованиях к предприятиям автосервиса и автопроизводителей [4, 5, 6]. При этом конкретный перечень работ и нормы расходов для их проведения определяет предприятие автосервиса самостоятельно и/или задает автопроизводитель вместе с технологией выполнения ремонтно-обслуживающих работ. Заказчик согласовывает этот перечень, если автомобиль уже не находится на гарантии производителя, и имеет уверенность, что ему не будут навязаны какие дополнительные (не нужные) оплачиваемые услуги.

В 2018-2020 годах, в рамках сотрудничества с Автомобильной группой «ГЛОБУС» г. Тамбов, были проведены исследования степени использования клиентами услуг ТО и ремонта в форме пассивного эксперимента. В результате установлено, что предприятие имплементировало все необходимые стандарты, однако в процессе имплементации могут возникать ситуации недостаточного учёта требований стандартов вследствие неудовлетворительной подготовки персонала. Количественные показатели предоставляемых услуг в основном имели следующие особенности:

- количество выявляемых дефектов незначительно, однако они выявлялись на 30% автомобилях; потребители соглашались на их устранение, особенно если автомобиль находится на гарантии производителя, однако после прекращения гарантии потребители обычно отказываются от устранения дефектов;

- количество выявляемых неисправностей, требующих проведения ремонтных работ, в гарантийном периоде невелико (не более чем на 10% автомобилей);
- количество, состав, используемые материалы и технологии выполнения работ по ТО автомобилей соответствуют требованиям автопроизводителей, с которыми потребители хорошо ознакомлены из инструкции по эксплуатации;
- уровень технической грамотности пользователей автомобилей в целом снижается, однако с увеличением возраста владельцев и автомобилей в их владении этот уровень повышается;
- на послегарантийных автомобилях, стоимость предоставляемой услуги ТО и ремонта возрастает.

Проведенное исследование и анализ его результатов позволяют утверждать, что наибольшее отрицательное влияние на потребителя имеют следующие несоответствия его ожиданиям, ухудшающие значение коэффициента использования предоставленной услуги ТО и ремонта автомобилей:

- завышенная стоимость ремонта за счет включения в общий чек работ, выполнение которых не было необходимым или предварительно согласовано с клиентом;
- завышенная стоимость ремонта из-за неоправданного увеличения стоимости нормо-часа работ после согласования работ;
- использование запасных частей и материалов, стоимость и качество которых ниже, чем было обусловлено. Для невозможности обвинения в последних двух случаях следует предоставлять каждому клиенту по их требованию детализированные счета;
- неподходящее качество выполнения работы, в результате чего неисправность не была устранена;
- несоблюдение рабочими автотранспортного предприятия правил обращения с чужой собственностью, в результате чего автомобили получают какие-либо повреждения на территории автосервиса. Кроме требований к рабочим придерживаться технологической дисциплины, карт работ и правил корпоративного поведения, автотранспортному предприятию целесообразно осуществить ряд формальных мероприятий, например, внести в карточки заказа при приеме и получении автомобиля полный перечень неисправностей и косметических недостатков;
- неприветливое отношение работников предприятия к клиентам.

Чтобы избежать низких значений коэффициента использования их услуг, предприятиям автосервиса рекомендуется принимать следующие меры: честное поведение, согласование с клиентом перечня работ до их выполнения и предупреждение клиента о выполнении технологически необходимых дополнительных неявных операций, возврат снятых с автомобиля деталей и узлов.

Заключение.

Предложен новый подход в определении уровня качества услуг автосервиса, ориентированный на учет соответствия ожидаемых и необходимых заказчику работ по ТО и ремонту автомобилей и выполненных работ (предоставленной услуги). Введено понятие степени использования услуги ТО и ремонта автомобилей, а также её количественный измеритель – коэффициент использования услуги ТО и ремонта. Можно утверждать, что степень использования предоставленной услуги ТО и ремонта автомобиля является, наряду со степенью удовлетворения потребителя, важнейшей итоговой характеристикой, определяющей качество услуг автосервиса в наиболее общем его понимании, как степени соответствия полученной услуги ожиданиям и потребностям клиента. Охарактеризованы факторы, наиболее влияющие на снижение значения коэффициента использования услуги ТО и ремонта.

Список использованных источников

1. Доровских, Д. В. Анализ современных стратегий и тактик систем технического обслуживания и ремонта подвижного состава автомобильного транспорта / Д. В. Доровских, И. Ю. Доровских // Проблемы и перспективы инновационного развития АПК : Сборник научных докладов Международной научно-практической конференции, посвященной 40-летию ФГБНУ ВНИИТиН, Тамбов, 16 октября 2020 года. – Тамбов: Студия печати Галины Золотовой, 2020. – С. 161-166.
2. Доровских, Д. В. Мониторинг состояния качества оказываемых услуг технического обслуживания и ремонта автомобилей / Д. В. Доровских, И. Ю. Доровских // Проблемы и перспективы инновационного развития АПК : Сборник научных докладов Международной научно-практической конференции, посвященной 40-летию ФГБНУ ВНИИТиН, Тамбов, 16 октября 2020 года. – Тамбов: Студия печати Галины Золотовой, 2020. – С. 167-170.
3. Оробинский, С. С. Модель Кано: банковские продукты и потребности клиентов / С. С. Оробинский // Банковское дело. – 2009. – № 4. – С. 75-78.

4. Доровских, Д. В. Мониторинг состояния качества услуг технической эксплуатации и ремонта автомобилей / Д. В. Доровских, А. В. Милованов // Современная наука: теория, методология, практика : Материалы 2-ой Всероссийской (национальной) научно-практической конференции, Тамбов, 28–29 мая 2020 года. – Тамбов: Издательство ИП Чеснокова А.В., 2020. – С. 192-196.
5. Доровских, Д. В. Анализ современных направлений совершенствования технической эксплуатации автомобилей / Д. В. Доровских, А. В. Милованов // Современная наука: теория, методология, практика : Материалы 2-ой Всероссийской (национальной) научно-практической конференции, Тамбов, 28–29 мая 2020 года. – Тамбов: Издательство ИП Чеснокова А.В., 2020. – С. 57-63.
6. Глазков, Ю. Е. Конкурентоспособность сервисного обслуживания автомобилей / Ю. Е. Глазков, А. В. Кириллов // Устойчивое развитие региона: архитектура, строительство, транспорт : Материалы 4-й Международной научно-практической конференции института архитектуры, строительства и транспорта Тамбовского государственного технического университета, Тамбов, 15–16 июня 2017 года. – Тамбов: Издательство Першина Р.В., 2017. – С. 465-467.

УДК 629.113

73.31.41: Техническая эксплуатация и ремонт средств автомобильного транспорта. Автосервис

ВЛИЯНИЕ ЗАГРЯЗНЕНИЙ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ФОРСУНОК НА ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ БЕНЗИНОВОГО 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 392032 Россия, e-mail: Anatoliy_658@mail.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

Зорин А.С.,

ООО «3-лайн», генеральный директор ул. Селезневская, 92, г. Тамбов, Тамбовская область, 392024, Россия, e-mail: zorin619@bk.ru

Введение. Рабочим элементом современных систем впрыска топлива являются инжекторы (форсунки) с электромагнитным клапаном. При работе двигателя на топливе даже хорошего качества система впрыска (в том числе и форсунки) постепенно загрязняется. Содержащиеся в бензине «посторонние» химические элементы и их соединения – сера, бензол, олефин и т. д. при давлении инъекции (2,5-6 атм.) и рабочей температуре двигателя (80-100°С) превращаются в лаковые и трудно смываемые смолистые отложения. А использование некачественного бензина значительно ускоряет процесс засорения инжекторов. Сгорающая топливовоздушная смесь приводит к тому, что образовывается смоляной налет, оседающий в камерах сгорания двигателя и соплах инжекторов. Коксовые отложения загрязняют сопла, сужая их диаметр и изменяя форму. В результате не только снижается количество поступающего в ДВС топлива, но изменяется процесс распыления.

В итоге это приводит к ухудшению работы двигателя – снижается его мощность и приемистость, работа на холостом ходу становится неустойчивой, возникают провалы в режиме разгона, увеличивается токсичность отработавших газов, сокращается срок службы лямбда-зонда и катализатора. У засоренной форсунки уменьшается производительность, изменяются направление и форма факела распыла, возможно даже полное прекращение топливоподачи.

На практике при использовании бензинов надлежащего качества инжекторы практически не требуют чистки. Тем не менее, многие автопроизводители рекомендуют менять их через каждые 120-140 тыс. км пробега, независимо от технического состояния. В случае использования топлива, реализуемого через не сетевые АЗС, необходимость чистки инжекторов может возникнуть уже через 25-40 тыс. км. Засорение форсунок становится заметным с наступлением холодов, когда испаряемость бензина ухудшается: появляются проблемы с пуском непрогретого двигателя, провалы в его работе и т. д.

Топливовоздушная смесь перестает быть однородной, вместо нее в двигатель поступают струйки горячего. Возможно повышение концентрации кислорода или бензина, что отрицательно сказывается на работе силового агрегата, расходе топлива и пр. Из-за менее эффективного испарения горячего в зимний период процесс загрязнения инжекторов происходит быстрее.

На сегодняшний день все новые автомобили с бензиновым двигателем имеют системы распределенного впрыска. Однако при этом возникают специфические проблемы, связанные с эксплуатацией этих систем, в основном - из-за невысокого качества бензина (около 40% выпускаемого топлива не соответствует действующим отечественным стандартам) и недостаточно высокой культуры эксплуатации автомобильной техники. Во многом эти проблемы и определяют эксплуатационные изменения рабочих показателей электромагнитных форсунок.

Решение задачи. Эксплуатационные изменения рабочих показателей форсунок (статической и динамической производительности, неравномерности подачи топлива в комплекте форсунок) оказывают сложное и взаимосвязанное влияние на энергетические и экологические характеристики двигателя, его пусковые качества, на динамику транспортного средства [1].

Целью работы является исследование влияния загрязнений электромагнитных форсунок на эксплуатационные и экологические показатели бензиновых двигателей.

Актуальность работы обусловлена широким распространением систем впрыскивания топлива и существующей проблемой поддержания заданных энергетических и экологических характеристик автомобильных бензиновых двигателей в условиях эксплуатации путем сохранения рабочих показателей электромагнитных форсунок.

Электромагнитная форсунка представляет собой быстродействующий гидравлический клапан с электромагнитным приводом запирающего элемента. В системах топливоподачи с электронным управлением форсунки выполняют две функции:

- дозируют топливо в соответствии с длительностью электрических управляющих импульсов, формируемых электронным блоком управления (контроллером) по определенному алгоритму в зависимости от режимов работы двигателя;
- распыляют (диспергируют) топливо до частиц требуемых размеров для достижения необходимой степени гомогенизации топливовоздушной смеси.

Электромагнитная форсунка является последним и важнейшим звеном на пути бензина к цилиндру. Цикловая доза впрыскиваемого бензина 2-литрового двигателя в режиме частичной нагрузки составляет всего 0,03...0,04 мл. Строгая геометрия конструкции, миниатюрные размеры в сопряжении «запорный элемент – седло распылителя» и прецизионное изготовление обеспечивают точность дозы и мелкую дисперсность распыла бензина при номинальной инерционности подвижных частей. Однако это происходит только тогда, когда все внутренние детали инжектора идеально чисты.

Основной, и до сих пор нерешенной проблемой при эксплуатации электромагнитных форсунок в составе систем впрыскивания бензина, является их загрязнение, вызываемое целым рядом причин (Рисунок 1).

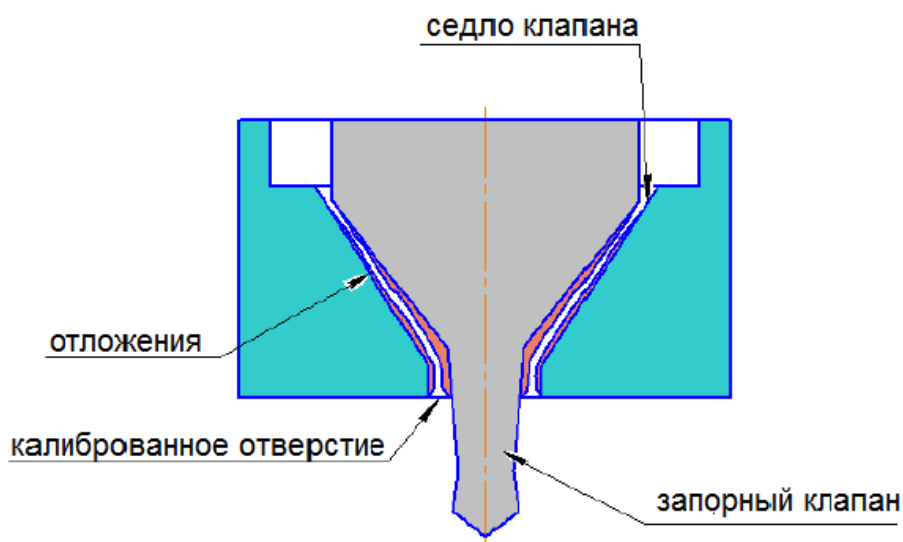


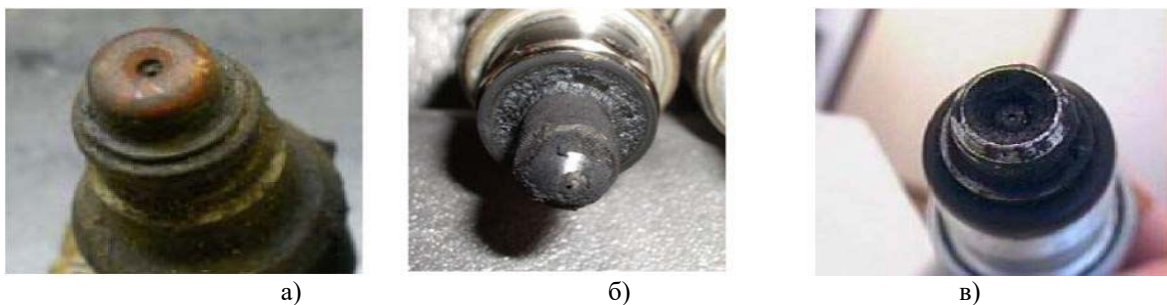
Рисунок 1 – Отложение загрязнений в кольцевой щели электромагнитной форсунки

Механизм образования загрязнений на элементах электромагнитных форсунок изучен не полностью. Сами загрязнения имеют сложный физико-химический состав, свойства которого определяются строением молекул загрязняющих веществ и факторами их образования, а также физическими и химическими свойствами твердой поверхности. Известно, что в основе механизма различных загрязнений лежит явление адгезии.

В соответствии с общей классификацией загрязнений деталей поршневого двигателя, загрязнения электромагнитных форсунок можно подразделить на три вида: нагары, лаки и осадки [1,2] (Рисунок 2).

Если на автомобиле установлена система с обратной связью по сигналу лямбда-зонда, то она сможет при небольшом изменении производительности скомпенсировать это изменение путем увеличения времени впрыска. Однако, у такого увеличения есть предел, называемый пределом регулировки (коррекции). Более того, если даже средняя производительность комплекта форсунок снизится незначительно, но разница между отдельными форсунками будет значительна, это приведет к неудовлетворительной работе системы.

Для оценки рабочих параметров форсунки используется ее рабочая (расходная) характеристика - зависимость величины цикловой подачи топлива g от длительности τ управляющего электрического импульса: $g = f(\tau)$.



а) лаковые отложения; б) смолистые отложения; в) нагар
Рисунок 2 – Виды загрязнения электромагнитных форсунок

В реальных системах в основу алгоритма управления форсунками положена упрощенная модель определения цикловой подачи по статической производительности форсунки и продолжительности управляющего импульса. В этой модели принимается постоянное эффективное проходное сечение распылителя форсунки, а продолжительность открытого состояния клапана форсунки принимается равной продолжительности управляющего импульса, которую определяют по принципу базовой и корректирующей матриц [3]. По этой модели цикловая подача топлива [4]

$$G_{цик} = g_{см} \cdot \tau_k \quad (1)$$

где $g_{см}$ - статическая производительность форсунки,
 τ_k - продолжительность управляющего импульса на форсунке.

Под статической производительностью форсунки $g_{см}$ понимают ее способность пропустить количество топлива G_n при постоянно открытом клапане за определенный промежуток времени $\tau_в$. Таким образом, статическая производительность форсунки определяется способом статического пролития при постоянном давлении топлива и при постоянно открытом клапане за время $\tau_в$ и определяется по формуле

$$g_{см} = G_n / \tau_в \quad (2)$$

$$G_n = \mu f_{con} \cdot \sqrt{2\rho_n \cdot \Delta P_n} \cdot \tau_в, \quad (3)$$

где μf_{con} - постоянное эффективное проходное сечение распылителя форсунки при полностью открытом клапане,

ΔP_n - постоянный перепад давления топлива на форсунке,

$\tau_в$ - время измерения при пролитии.

Цикловую подачу $G_{цик}$, можно определить по результатам динамического пролития

$$G_{\text{цнд}} = G_{\text{нд}} / j. \quad (4)$$

$G_{\text{нд}}$ - количество топлива, накопленное в измерительном сосуде стенда за время динамического пролития,

j - количество впрыскиваний (цикловых подач), сделанных за время пролития.

Если в топливе присутствуют мелкодисперсные твердые частицы, проникающие через фильтр тонкой очистки (ржавчина, мелкий песок, некоторые порошкообразные присадки для повышения октанового числа и т.п.), то клапан подвергается абразивному воздействию. Вследствие этого - искажение геометрии дозирующего отверстия, нарушение формы факела топлива, нестабильная производительность инжектора. В инжекторе накапливаются не только смолы, но и отложения коррозии. Для точного удержания запорного элемента относительно седла при продольных перемещениях, грани иглы и направляющая втулка выполнены в виде прецизионно прилегающей пары. Если смолы откладываются на запорном элементе, клапане и седле и, главным образом, нарушают производительность форсунки и конус распыла, то коррозия в сопряжениях пары увеличивает трение и становится основным фактором роста инерционности иглы в моменты открытия и закрытия инжектора. В зависимости от характера и степени загрязнения это может привести как к уменьшению, так и к увеличению дозы впрыснутого инжектором топлива, а также к ухудшению атомизации, частичному или полному переходу в капельный режим и нарушению герметичности.

Значительно реже встречается другая причина неудовлетворительной работы форсунок – загрязнение входных фильтров. Входные фильтры форсунок относительно небольших размеров и призваны лишь гарантировать чистоту топлива, поступающего в форсунки, отсекая особо мелкие включения, проникающие через магистральный фильтр тонкой очистки топлива. Поглощающая способность их невелика, а засорившись, они оставляют форсунки на «голодном пайке». Чтобы этого не допустить, нужно внимательно следить за состоянием фильтра тонкой очистки топлива.

Диагностические признаки загрязненных инжекторов имеют одинаковый характер практически на всех моделях современных автомобилей:

- неустойчивый холостой ход автомобиля: двигатель «троит»;
- затрудненный пуск двигателя: двигатель запускается с второго-третьего раза, трудно стабилизируются холостые обороты;
- провал при резком нажатии на педаль акселератора, некомфортное вождение;
- ухудшение разгона автомобиля и потеря мощности: автомобиль с акп затягивает низшие передачи, вяло набирает скорость, слышны хлопки в выпускной системе;
- пропуски воспламенения топливной смеси: подергивания при разгоне, присутствуют коды ошибок по потери искрообразования (misfire), сопровождающиеся выходом из строя свечей зажигания, высоковольтных проводов, катушек зажигания;
- выход из строя кислородных датчиков (O2 sensors) и каталитического нейтрализатора: сокращение ресурса обусловлено повышенной температурой выпускных газов и большим количеством несгоревших компонентов, которые осаждаются в выпускном тракте;
- постоянно увеличивающийся расход топлива: так как загрязнение инжекторов это постепенный процесс, то водитель обычно замечает это не сразу.

Последствия продолжительной работы двигателя с загрязненными форсунками, можно разделить по времени воздействия на III стадии:

- I. стадия возникает при пробегах 10 - 30 тыс. км: потеря мощности и некомфортное вождение (вялый разгон, провалы при ускорении, повышенный расход топлива, некорректный режим переключения передач в акп с электронным управлением, присутствие кодов ошибок в блоке управления двигателем, связанных с работой системы зажигания, кислородных датчиков и др.).
- II. стадия наступает от 30 тыс. км: на фоне резкой потери мощности, наступает повреждение узлов высоковольтной части системы зажигания (малый ресурс свечей, "пробой" высоковольтных проводов, выход из строя катушек зажигания), двигатель с трудом заводится (а иногда совсем отказывается заводиться) в условиях низких температур.

Накапливается нагар и шлаковые отложения на тарелках клапанов газораспределения, в камерах сгорания, поршнях двигателя. В связи с неэффективным режимом сгорания воздушно-топливной смеси, накапливаются отложения сажи и шлаков на кислородных датчиках и в катализаторе выпускной системы двигателя. Кислородный датчик выходит из строя, не отработав положенный ресурс, катализатор, перегревается и начинает разрушаться.

- III. стадия наступает всегда, если не будут приняты меры устранения последствий повреждений в I и II стадиях: перегрев и повреждение выпускных клапанов, «залегание» поршневых колец, как следствие этого, резкий износ цилиндров и в итоге – капитальный ремонт двигателя.

Анализ источников информации [1,2,5,6], выполненных в этой области, позволяет выделить ряд условий, влияющих на загрязнение электромагнитных форсунок для впрыскивания бензина. Их можно сгруппировать в виде трех основных факторов: температура деталей распылителя, свойства и качество применяемого бензина, время контакта частиц топлива и масла с поверхностью распылителя.

Известно [1,2,5,6], что способность системы управления двигателем компенсировать влияние загрязнения форсунок в значительной степени зависит от величины неравномерности подачи топлива форсунками в одном комплекте.

Техническое состояние форсунок, определяемое значением их рабочих показателей, оказывает существенное влияние на энергетические и экологические характеристики автомобильного бензинового двигателя. Загрязнение и износ элементов форсунки могут приводить к ухудшению топливной экономичности, изменению токсичных выбросов с отработавшими газами (ОГ), повышению склонности двигателя к детонации, затрудненному его пуску и ухудшению динамики автомобиля.

Очевидно, что указанные нарушения в работе двигателя требуют очистки или замены форсунок. С целью исследования влияния загрязнения форсунок на параметры двигателя были проведены исследования характеристик двигателей с разными пробегами.

Объектом исследования явились три однотипных комплекта электромагнитных форсунок производства фирмы Bosch. Первый комплект форсунок имел наработку 100 тыс. км пробега автомобиля, второй - 150 тыс. км, третий комплект составляли новые форсунки.

Результаты исследования количественных показателей 1-го и 2-го комплекта относительно величин 3-го (нового) показывают изменение статической производительности $q_{стат}$ в пределах 0,8... 1,5% и - 0,5...2,3% соответственно. Динамическая производительность $q_{дин}$ изменилась более значительно - на 1,8...5,8% и 3,2...12%. При этом изменения величины неравномерности подачи топлива δ , в 1-ом и 2-ом комплектах форсунок составили 6,0 и 8,5%.

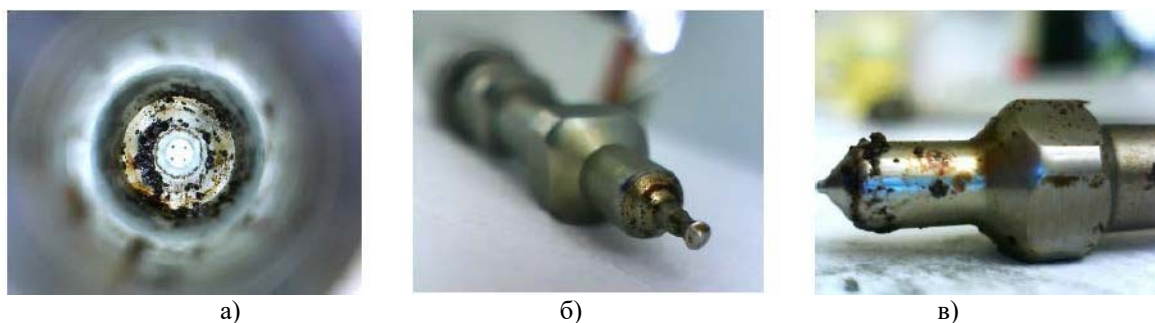
Во всех случаях прослеживается однозначная тенденция к увеличению различий в количественных показателях с ростом наработки форсунок (пробега автомобиля), причем, чем дольше эксплуатировались форсунки, тем более значительны эти различия по отношению к новым форсункам.

При этом было установлено, что у форсунок со значительной наработкой увеличивается цикловая подача, несмотря на загрязнение ее проточной части.

Таким образом, как количественные, так и качественные показатели электромагнитных форсунок неизбежно изменяются в процессе эксплуатации, что вызывается разнонаправленным действием последствий загрязнения и износа элементов их проточной части.

Полученные микрофотографии показывают наличие как загрязнения элементов проточной части форсунки, так и износа иглы и седла (Рисунок 3).

Полученные фотографии (Рисунок 3) различных элементов форсунки свидетельствуют о том что, несмотря на различия составов отечественного и зарубежного бензинов, а также разные условия эксплуатации автомобильной техники в нашей стране и за рубежом, закономерности образования загрязнений в проточной части и их химический состав идентичны.



а) - седло; б) - запорный конус; в) -запорная игла
Рисунок 3 - Фотографии загрязнений элементов форсунки (x50)

Анализ фотографий запирающего элемента (иглы) новой форсунки и форсунки с наработкой показывает заметные различия в расположении на поверхности иглы линии ее контакта с седлом. Так, линия контакта на игле у форсунки с наработкой располагается дальше от ее вершины, что свидетельствует о ее более глубокой посадке в седло. Следовательно, при более глубокой посадке иглы увеличивается и величина подъема иглы у форсунки с наработкой. Таким образом, на основе экспериментальных данных можно считать, что причинами изменения показателей форсунок являются как последствия загрязнения се проточной части, так и износа запирающего элемента и седла в процессе эксплуатации.

Были выполнены исследования влияния эксплуатационных изменений показателей электромагнитных форсунок на энергетические и экологические характеристики автомобильного бензинового двигателя ВАЗ-21104.

Сравнительные испытания двигателя ВАЗ-21104 с комплектами форсунок, имеющими различную наработку, проводились на моторном стенде. Снимались внешняя скоростная характеристика, а также ряд нагрузочных характеристик двигателя в диапазоне частот вращения вала $n=1500\text{...}3500 \text{ мин}^{-1}$.

Проведенные эксперименты показали, что эксплуатационные изменения рабочих показателей электромагнитных форсунок существенно влияют на энергетические и экологические характеристики автомобильного бензинового двигателя. Так, с форсунками, имеющими наработку 150 тыс. км пробега автомобиля (при отсутствии их периодической очистки) [1], эффективная мощность двигателя N_e снижается на 3...9 %, а эффективный крутящий момент M_e падает на величину 4...6 % в диапазоне $n = 5500 \text{ мин}^{-1}$ (Рисунок 4).

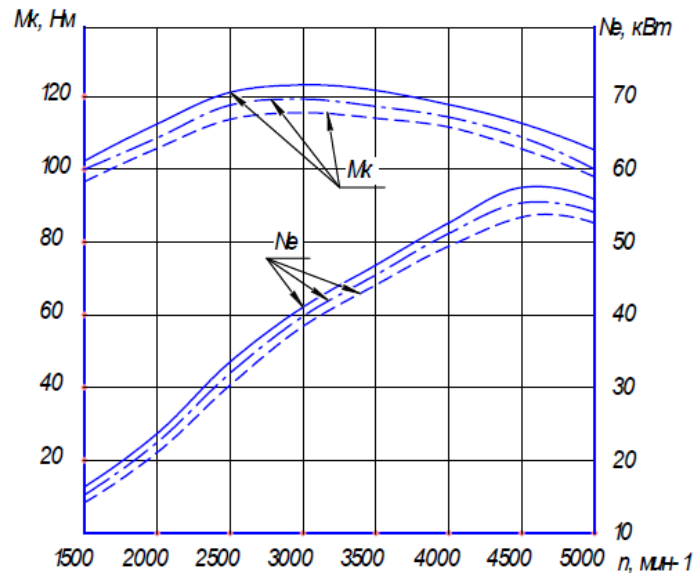
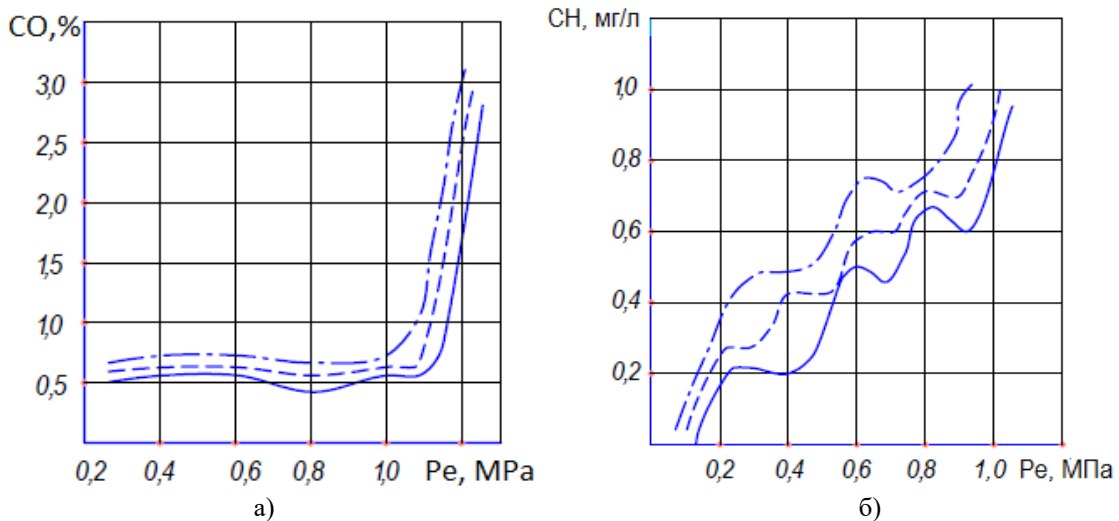


Рисунок 4 - Изменение показателей по внешней скоростной характеристике двигателя ВАЗ-21104

Удельный эффективный расход топлива возрастает на 6% [1] при одновременном увеличении выброса токсичных компонентов с отработавшими газами - оксида углерода CO на 15...25%, углеводородов CH на 15...40% (Рисунок 5). Это может приводить к ухудшению динамики автомобиля и пусковых качеств двигателя.



а - выбросы оксида углерода CO; б - выбросы углеводородов CH

Рисунок 5 - Изменение показателей двигателя ВАЗ-21104 по нагрузочной характеристике (частота вращения вала $n=3000 \text{ мин}^{-1}$)

Выводы. Основными причинами падения характеристик двигателя при эксплуатационном изменении рабочих показателей форсунок является ухудшение смесеобразования вследствие снижения качества диспергирования топлива и уменьшения угла конуса распыливания топлива при снижении завихренности потока в проточной части форсунок, а также возрастающая неравномерность цикловых подач топлива в их комплекте. Следует отметить, что в системах управления двигателями с использованием контура обратной связи по сигналу λ -зонда, контроллер не может компенсировать возрастающую неравномерность цикловых подач в комплекте форсунок, поскольку корректирующая поправка для управляющего импульса форсунок определяется в целом для всего двигателя, а индивидуальные различия в дозировании топлива форсунками по отдельным цилиндрам учесть невозможно.

Выполнен анализ процессов загрязнения и последствий износа элементов электромагнитной форсунки, выявлено их влияние на работу автомобильного бензинового двигателя.

Экспериментально полученные данные по эксплуатационным изменениям рабочих показателей электромагнитных форсунок свидетельствуют о том, что после наработки 150 тыс. км пробега автомобиля их рабочие характеристики могут существенно изменяться, причем, как в сторону увеличения, так и уменьшения динамической производительности. При этом наиболее критичным для двигателя является возрастающая неравномерность подачи топлива в комплекте форсунок, которую не может компенсировать микропроцессорная система управления двигателем.

Эксплуатационные изменения рабочих показателей электромагнитных форсунок существенно влияют на энергетические и экологические характеристики автомобильного бензинового двигателя. Так, после наработки форсунок 150 тыс. км пробега автомобиля (при отсутствии их периодической очистки) эффективная мощность двигателя снижается на 3...9%, эффективный крутящий момент снижается на величину 4...6%. При этом возрастает удельный эффективный расход топлива на 2...6% и увеличивается выброс токсичных компонентов с ОГ – оксида углерода CO на 15...25%, углеводородов CH на 15...40%. В целом, это приводит к ухудшению динамики автомобиля и пусковых качеств двигателя.

Список использованных источников

1. Доровских, Д. В. Электронные системы мобильных машин : учебное пособие для студентов 3-х, 4-х курсов направления подготовки "Автомобили и автомобильное хозяйство" всех форм обучения : [практикум] / Д. В. Доровских, И. М. Курочкин ; Д. В. Доровских, И. М. Курочкин ; М-во образования и науки Российской Федерации, Федеральное гос. бюджетное образовательное учреждение высш. проф. образования "Тамбовский гос. технический ун-т". – Тамбов : Изд-во ФГБОУ ВПО "ТГТУ", 2011. – 263 с. – ISBN 9785826510568.
2. Топливо, смазочные материалы и технические жидкости : учебное пособие для студентов специальностей 110301 и 110304 / О. А. Клейменов, С. А. Нагорнов, В. Д. Прохоренков [и др.] ; Тамбовский государственный технический университет. – Тамбов : Тамбовский государственный технический университет, 2008. – 304 с. – ISBN 9785826507414.
3. Доровских, Д. В. Характер загрязнений распылителей форсунок, условия и механизм их образования / Д. В. Доровских, Е. А. Андреева // Устойчивое развитие региона: архитектура, строительство и транспорт : Материалы 3-й международной научно-практической конференции института архитектуры, строительства и транспорта Тамбовского государственного технического университета, Тамбов, 27 июня 2016 года. – Тамбов: Издательство Першина Р.В., 2016. – С. 245-247.
4. Доровских, Д. В. Анализ состава отработавших газов и основные направления снижения дымности автотракторных дизелей / Д. В. Доровских, Ю. Е. Глазков // Приоритетные направления научно-технологического развития агропромышленного комплекса России : Материалы Национальной научно-практической конференции, Рязань, 22 ноября 2018 года. – Рязань: Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 2019. – С. 160-165.
5. Доровских, Д. В. Уточнение математической модели движения автомобиля по режимам европейского ездового цикла и определение режимов упрощенного испытательного цикла / Д. В. Доровских, Ю. Е. Глазков // Техника и технология транспорта. – 2018. – № 4(9). – С. 7.
6. Доровских, Д. В. Анализ экологической безопасности автомобильных двигателей / Д. В. Доровских, И. Ю. Доровских // Современная наука: теория, методология, практика : Материалы 1-ой Всероссийской (национальной) научно-практической конференции, Тамбов, 26–27 ноября 2019 года. – Тамбов: Издательство Першина Р.В., 2019. – С. 45-48.

АНАЛИЗ СУЩЕСТВУЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ СИСТЕМ ПОДВЕСКИ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ

Милованов А.В.,

ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», кандидат технических наук, 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

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

Шушпанников М.А.,

ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», магистрант, ул. Мичуринская, 112, корп. Д, г. Тамбов, Тамбовская область, 392032, Россия.

Ушаков И.С.,

ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», магистрант, ул. Мичуринская, 112, корп. Д, г. Тамбов, Тамбовская область, 392032, Россия.

Введение. Наземному транспорту принадлежит существенная доля современной промышленности, обороны и других отраслей любого государства. В большом многообразии транспортных средств (ТС) важное место занимают колесные ТС, способные обеспечить высокую мобильность перевозок и не имеют особых требований к наличию дополнительной инфраструктуры, в частности применяются в условиях перевозок по дорогам с изношенным покрытием, грунтовыми дорогам или бездорожью. Среди важных эксплуатационных характеристик ТС является плавность хода. Высокие требования, объясняются необходимостью виброзащиты пассажиров и грузов от воздействия динамических нагрузок. Действительно, вибрации, возникающих во время движения ТС по дорогам с изношенным покрытием или бездорожью, способны крайне опасно влиять на грузы определенной категории, а также негативно сказываться на здоровье водителя и пассажиров. Улучшение показателей плавности хода ТС может быть получено путем усовершенствования системы поддресоривания на основе углубленного изучения процессов вибраций элементов ТС во время его эксплуатации. При этом следует учитывать, что характеристики нелинейных систем поддресоривания существенно зависят от их геометрических, жесткостных, массовых и демпфирующих параметров. Это определяет необходимость анализа влияния параметров конструкции на ее эффективность с точки зрения уменьшения вибронпряженности в контрольных местах.

Материалы и методы.

Для предотвращения негативных последствий влияния неровностей дороги на пассажиров и груз в транспортных средствах используется система подвески различного конструктивного исполнения. В работе [1], приведены основные конструктивные особенности подвесок, предложена их классификация, проанализированы преимущества и недостатки. Подвеска транспортных средств состоит из направляющего, упругого и демпферного элементов. Направляющий элемент воспринимает силы и моменты, которые оказывают влияние на колесо, также от него зависит характер перемещений колеса относительно несущей системы. Упругие элементы передают вертикальные силы, действующие со стороны колеса на несущую систему. В качестве упругого элемента используются листовые рессоры, пружины и торсионы, пневматические упругие элементы. Демпферный элемент (амортизатор) обеспечивает затухание колебаний кузова и колес:

- 1) по способу соединения с корпусом машины: жесткие, полужесткие, мягкие;
- 2) по типу характеристик: постоянной жесткости, переменной жесткости, прогрессивные;
- 3) по способу передачи сил и моментов от колес: рессорная, штанговая, равно рычажная или двухрычажная;
- 4) по типу направляющих устройств:
 - 4.1) зависимая, которая обеспечивают жесткую поперечную связь между колесами одной оси или продольную связь между колесами соседних осей (балансирные подвески)

- 4.2) независимая, в которой каждое колесо имеет автономную связь с несущей системой;
- 4.3) смешанная;
- 5) по типу упругого элемента: рессорная, пружинная, торсионная, пневматическая, гидропневматическая, резиновая;
- 6) по типу амортизатора: с рычажным механическим или гидравлическим, с телескопическим однотрубным или двухтрубным амортизатором;
- 7) при наличии шкворня: шкворневая или бесшкворневая;
- 8) по управляемости: пассивная (неуправляемая), полуактивная (управляемый только дорожный просвет), активная (управляемая).

На основе проведенного анализа работы [1] был сформирован перечень видов подвесок распространенных в современных ТС, а также определены их особенности и характеристики. Среди всего конструктивного многообразия подвесок используются следующие:

- 1) подвески с направляющими рычагами (штангами)
- 2) подвеска (ведущий мост) типа «Де Дион»;
- 3) подвеска с дышлом;
- 4) полузависимые подвески (подвески со связанными рычагами)
- 5) двухрычажная независимая подвеска;
- 6) однорычажная подвеска;
- 7) подвеска типа «качающаяся свеча» или Макферсон (McPherson)
- 8) подвеска на продольных рычагах;
- 9) подвески на пространственных рычагах и тягах (многорычажные подвески)
- 10) торсионная подвеска.

В случае использования в качестве упругих элементов пружин, кинематика подвески обеспечивается пространственным механизмом, который обычно состоит из четырех диагональных или двух-четырех продольных рычагов (штанг) и одного поперечного - тяги Панара. Продольные рычаги воспринимают продольные силы и реактивные моменты, действующие на балку моста. Тяга Панара воспринимает только боковые силы и препятствует боковому смещению подвески относительно кузова. Такая конструкция является наиболее простым и дешевым способом устройства задней пружинной подвески. Однако ей присущи недостатки, связанные с тем, что во время работы (ходов) подвески тяга Панара описывает дугу в вертикальной плоскости вокруг точки своего крепления к кузову. Чтобы минимизировать этот эффект, тягу делают предельно длинной и располагают как можно ближе к горизонтали.

В подвеске «Де Дион» [2] трубчатая балка, на которой установлены колеса, соединена с кузовом автомобиля двумя нижними продольными рычагами, которые воспринимают продольные силы, с резино-металлическими шарнирами на кузове и на балке и одним верхним широким вильчатым рычагом. Этот рычаг передает боковые силы и тормозной момент жестким сферическим шарниром, который присоединен к балке и двух резино-металлических шарниров, которые присоединены к кузову. Мосты типа «Де Дион» достаточно совершенны по конструкции, а по кинематической схеме превосходят много типов независимых подвесок. Однако их себестоимость достаточно высока, поэтому применяются они сравнительно редко, обычно - на спортивных автомобилях. Среди современных автомобилей такой тип ведущего моста устанавливается на автомобиль Smart.

Подвеска с дышлом [2] разрабатывалась для компактных автомобилей и является одним из немногих типов задних подвесок, которые влияют на состояние кузова автомобиля при разгоне и торможении (предотвращает продольный крен кузова). Возможность такого влияния обуславливает дышло, которое крепится к автомобилю с помощью шарового или резинового шарнира в продольной вертикальной плоскости симметрии. При разгоне и торможении автомобиля в точке опоры дышла действует сила, которая препятствует возникновению продольного крена (опусканию и подъему задней части кузова). Боковые силы передаются на кузов автомобиля через переднюю опору дышла и тягу Панара. Применение подвесок с дышлом на грузовых автомобилях и автобусах позволяет расположить упругие элементы подвески (пружины и пневмобаллоны) за пределами пути, что существенно уменьшает поперечный крен кузова (рамы) автомобиля.

Подвески со связанными рычагами [2] широко используются для задних осей переднеприводных автомобилей и имеют достаточно много разновидностей конструкции. Наиболее распространенный тип данной подвески имеет с каждой стороны продольные рычаги, которые с помощью резино-металлических шарниров закреплены на кузове. К другим концам рычагов приварены фланцы, к которым крепятся цапфы ведомых колес.

Двухрычажная независимая подвеска является наиболее распространенным типом передних подвесок легковых автомобилей классической компоновки. Ее преимуществами являются: небольшая неподрессоренная масса; относительно небольшое пространство для размещения подвески и как

следствие достаточно большое подкапотное пространство; возможность противодействия изменению развала, обусловленному боковым креном кузова; возможность корректировки управляемости и устойчивости автомобиля. Недостатком подвески этого типа является сложность компоновки поперечно расположенных силовых агрегатов переднеприводных автомобилей через достаточно большое пространство, которое занимают рычаги подвески, а также большое количество деталей в составе подвески.

Подвеска МакФерсон [2] является наиболее распространенным типом независимой подвески, который применяется на переднеприводных легковых автомобилях. По своей конструкции данная подвеска похожа на подвеску на двойных поперечных рычагах, но принципиально отличается от последней тем, что в ней вместо верхнего рычага установлена амортизаторная стойка, которая совмещает функции направляющего, упругого, демпферного и поворотного устройства.

Преимуществами подвески МакФерсон являются:

- компактность конструкции и, как следствие, высвобождение дополнительного места в подкапотном пространстве, позволяет поперечно расположить двигатель и коробку передач автомобиля или увеличить объем его багажника

- простота конструкции (вследствие меньшего количества деталей и шарниров крепления), так как стойка подвески объединена с амортизатором, а упругий элемент - пружина, пневмоэлементы, пневмогидроэлемент устанавливается на стойке;

- возможность осуществления больших ходов подвески, препятствующих ударам в буфера отбоя и сжатия;

- меньшая масса неподрессоренных частей по сравнению с другими подвесками;

- большое расстояние по высоте между опорными узлами уменьшает силы, возникающие в местах крепления к кузову.

Вместе с тем шарнирное крепление амортизаторной стойки и большие прогибы способствуют изменениям углов развала колес. То есть подвеска имеет несколько худшие параметры кинематики по сравнению с подвесками на двойных поперечных или продольных рычагах. Кроме того, к недостаткам подвески следует отнести передачу усилий на сравнительно слабый брызговик крыла, что требует его увеличения.

В подвеске на продольных рычагах [2] колесо присоединяется к концу продольного рычага, который шарнирно прикрепляется к балке, расположенной поперек кузова автомобиля. В процессе работы такой подвески колеса перемещаются строго в продольной плоскости автомобиля, а их восхождение и путь остаются неизменными. Применение ее в качестве задней подвески переднеприводного автомобиля благоприятно влияет на его управляемость при прямолинейном движении. Вместе с тем этой подвеске присущ и ряд недостатков:

- невозможность влиять на кинематику перемещения колес при наклоне несущей системы, так как изменение плоскости вращения колес меняет угол крена кузова;

- довольно большой крен кузова при движении автомобиля на поворотах;

- невозможность применения в передней подвеске в связи с особенностями компоновки.

В настоящее время подвеска на продольных рычагах очень широко применяется на прицепах к легковым автомобилям.

Подвеска на пространственных рычагах и тягах (Multilink) сегодня является наиболее распространенным типом подвески, который применяется на задней оси легкового автомобиля [2]. Подвеска состоит из следующих составных элементов: подрамника; поперечных рычагов; продольного рычага; ступичных опор; амортизатора; пружины; стабилизатора поперечной устойчивости.

Подрамник является несущим элементом подвески, к которому через резинометаллические шарниры крепятся поперечные рычаги, соединенные со ступичными опорами и обеспечивающими необходимое ей положение в поперечной плоскости. В конструкции подвески может использоваться от 3-х до 5-ти рычагов и тяг. Стандартная конструкция многорычажной подвески включает 3 поперечных рычага: верхний; передний нижний; задний нижний. Верхний рычаг служит для передачи поперечных усилий и связывает корпус опоры колеса с подрамником. Передний нижний рычаг определяет восхождение колеса. Задний нижний рычаг воспринимает массу кузова, которая передается через пружину. В местах соединения рычагов используются эластичные резинометаллические втулки (сайлентблоки) и шаровые шарниры, которые хорошо демпфируют ударные нагрузки. Упругим элементом подвески является винтовая пружина, опирающаяся на задний нижний поперечный рычаг. Амортизатор обычно отдельно от пружины и соединен со ступичной опорой. В подвеске устанавливается стабилизатор поперечной устойчивости.

Основными преимуществами многорычажной подвески являются:

- малая неподрессоренная масса;
- высокий уровень плавности хода;

- низкий уровень шума, так как все элементы подвески крепятся к подрамнику через резинометаллические шарниры;
- высокая управляемость и устойчивость;
- удобство для использования в подвесках автомобилей типа 4 × 4;
- возможность независимого продольного и поперечного регулирования положения колеса.

К недостаткам данной подвески можно отнести то, что она является дорогой и сложной в производстве, при установке и обслуживании.

Торсионная подвеска [2] представляет собой металлические торсионные валы, которые работают на кручение. Один их конец крепится к шасси, другой - в специальный рычаг, который связан с осью. Существует два способа расположения торсионной балки: продольное и поперечное. Продольное расположение используется в основном на крупных грузовых автомобилях. На легковых автомобилях, как правило, применяют ее поперечное расположение. В любом случае данная подвеска регулирует крен при повороте, обеспечивает плавность хода, уменьшает колебания управляемых колес. Торсионная подвеска автомобиля занимает гораздо меньше места, чем пружинные подвески и позволяет легко регулировать свою высоту. К положительным сторонам данной подвески можно отнести малый вес, надежность, долговечность и простоту изготовления. Недостатками торсионной подвески является высокая стоимость материалов, а также невозможность динамического изменения упругости. Кроме этого существует необходимость дополнительной установки направляющих и демпферных элементов.

Все же главным достоинством торсионной подвески является высокая надежность и долговечность, чем можно объяснить ее широкое использование в большинстве конструкций специализированной бронетехники, в частности танков.

Пневматические подвески применяются [2] обычно в автобусах и легковых автомобилях, к которым предъявляют высокие требования к плавности хода, и необходимость в обеспечении возможности регулирования высоты уровня пола; в грузовых автомобилях, прицепах, полуприцепах, в которых в процессе эксплуатации значительно изменяется масса поддресоренных частей и обеспечивается возможность регулирования высоты грузовой платформы и прицепного устройства.

В качестве демпферного элемента в подвеске применяют амортизаторы.

Согласно [3] по конструкции амортизаторы бывают рычажные (поршневые и Лопасне) или телескопические (однотрубные и двухтрубные) с внутрикорпусной или выносной компенсационной камерой с разгрузочными клапанами или без них. Характеристикой телескопического амортизатора является зависимость силы сопротивления перемещения поршня в рабочем цилиндре от скорости его перемещения. Для рычажного амортизатора - это зависимость силы сопротивления от скорости перемещения конца рычага при неподвижном корпусе.

Заключение. Итак, для обеспечения высоких показателей плавности хода ТС, особенно специального назначения, необходимо уменьшить частоту и амплитуду вибраций, в частности пиковые значения виброускорений при переезде единичных неровностей или среднеквадратичные значения (СКЗ) виброускорений при стационарном движении. При этом в стандартах регламентируются допустимые уровни виброускорений на отдельных частотах вибраций, действующих на человека или груз при перевозке. Таким образом, актуальной научно-практической задачей является разработка методологии создания конструкции ТС, что, в отличие от существующих, будут иметь лучшие показатели плавности хода в условиях их простой конструкции и невысокой стоимости, а также разработка методов и подходов к исследованию вибрационного состояния указанных ТС в дорожных условиях, направленные на обоснование выбора их параметров.

Список использованных источников

1. Ротенберг Р. В. Подвеска автомобиля. Колебания и плавность хода /Р. В. Ротенберг. – М. : Машиностроение, 1972. – 392 с.
2. Острецов А. В. Автомобильные подвески: [учебное пособие по дисциплине «Конструкция автомобиля и трактора» для студентов вузов, обучающихся по специальности 190201 (150100) «Автомобиле – и тракторостроение»] / А. В. Острецов, П. А. Красавин, В. В. Воронин, Л. А. Павлова. – М.: МГТУ «МАМИ», 2011. – Ч. 1. – 162 с..
3. Доровских, Д. В. Уточнение математической модели электромагнитного амортизатора автомобиля / Д. В. Доровских, Ю. Е. Глазков // Наука в центральной России. – 2019. – № 3(39). – С. 73-78.
4. Яценко Н. Н. Плавность хода грузовых автомобилей / Н. Н. Яценко, О. К. Прутчиков. – М. : Машиностроение, 1969. – 220 с.

АНАЛИЗ ПОЛОЖЕНИЯ ПРИВЕДЕНИЯ МАСС ДИНАМИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ ДВС

Милованов А.В.,

ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», кандидат технических наук, 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

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

Попов М.А.,

ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», магистрант, ул. Мичуринская, 112, корп. Д, г. Тамбов, Тамбовская область, 392032, Россия.

Попов Н.А.,

ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», магистрант, ул. Мичуринская, 112, корп. Д, г. Тамбов, Тамбовская область, 392032, Россия.

Введение. Современная отрасль двигателестроения существенно стимулируется стремительным развитием автомобильного транспорта. Эти потребности имеют устойчивую тенденцию к росту, что требует постоянного решения следующих задач: повышение эффективности, топливной экономичности, экологичности, надежности и тому подобное. Основные показатели эффективности двигателей в значительной степени зависят как от уровня его надежности в целом, так и отдельных составляющих, а также методов научного нормирования, моделирование, эффективности использования топлива, режимов работы и тому подобное.

К основным задачам двигателестроения и автомобилестроения относится снижение уровня вибрационных нагрузок от двигателя на агрегаты и конструкцию транспортных средств. Эта задача непосредственно связана с увеличением ресурса и эффективности работы узлов и агрегатов двигателей и транспортных средств, снижением их материалоемкости, повышением комфортности, долговечности, экологичности и тому подобное.

В современных двигателях внутреннего сгорания (ДВС) широко используются гашение вращательных колебаний коленчатого вала, которые позволяют уменьшить вибрационные нагрузки от рабочих процессов путем рассеивания энергии. Рядом с ними часто используют двухмассовые маховики, которые позволяют значительно уменьшить крутильные колебания, передаваемые в трансмиссию. Несмотря на то, что двухмассовые маховики широко применяются в современных ДВС, они незначительно влияют на равномерность его хода и на колебательные процессы, происходящие непосредственно в самом двигателе.

Одной из причин возникновения колебательных процессов в поршневых ДВС является изменение приведенного момента инерции кривошипно-шатунного механизма (КШМ) в течение одного оборота, обусловленное его конструкцией. Определение закономерностей изменения приведенного момента инерции КШМ ДВС в течение одного оборота позволяет создать маховик переменного момента инерции, что значительно уменьшает влияние изменения приведенного момента инерции КШМ ДВС за один оборот на колебательные процессы и неравномерность хода двигателя.

Таким образом, создание маховика переменного момента инерции для ДВС является актуальной задачей, решение которой является одним из факторов уменьшения неравномерности хода и повышения энергоэффективности ДВС.

Использование маховиков переменного момента инерции вместе с гашением колебаний или двухмассовыми маховиками позволяет повысить эффективность работы последних.

Материалы и методы. К современным ДВС предъявляются «жесткие» требования: высокая удельная мощность, экономичность, минимальное количество вредных выбросов, низкая шумо-виброактивность и другие. Это поднимает целый ряд задач конструирования на новый уровень.

Теории колебаний, связанных с ДВС, посвящено много теоретических и экспериментальных исследований, особенно в период 1940-1980 гг. Но проблема исследования виброактивности двигателя носит достаточно сложный характер. Связано это как с неоднозначностью выбора расчетной модели, так и с расчетами системы с большим числом степеней свободы, а также взаимозависимостью отдельных форм колебаний. Кроме того колебания, имеют широкий частотный диапазон и носят не только периодический, но и случайный характер.

Несмотря на значительный прогресс в развитии многочисленных и аналитических методов исследований нелинейных колебаний, универсальные методы расчетов установившихся режимов в указанных системах разработаны недостаточно. Математические основы алгоритмов, которые используются в настоящее время, например в [1], не соответствуют современному уровню развития методов нелинейной механики, плохо приспособлены к использованию более сложных и точных нелинейных моделей и использования современной вычислительной техники. В большинстве работ по динамическому синтезу параметры указанных систем рассматриваются как линейные модели, в значительной степени это обусловлено громоздкостью и трудоемкостью решению задач анализа для нелинейных систем [2].

Даже сейчас в области теории колебаний, связанных с ДВС до сих пор рассматриваются модели, в которых для упрощения, не учитываются подвижные массы силового агрегата в полном объеме [2].

Современные достижения в электронике открыли широкие возможности развития систем электронного управления двигателями и диагностики, которая сегодня вышла на качественно новый уровень. Будущее развитие этих систем сосредоточится на совершенствовании и улучшении их работы вместе с развитием технологий производства датчиков и исполнительных механизмов.

В задачах диагностики ДВС для упрощения приведенный момент инерции КШМ считают постоянной величиной. Так что не исследованы вопросы значимости влияния подвижных масс современного ДВС в зависимости от массово-геометрических параметров и компоновочных схем. Это и определило направленность данной работы. Именно поэтому представляет интерес создание математического и программного комплекса, включающего в себя методику определения влияния подвижных масс современного ДВС в зависимости от его массовогеометрических параметров и компоновочной схемы неравномерности его хода.

В динамике колебательно-крутильной системы под массой условно понимается ее элемент, который характеризуется только моментом инерции относительно оси вращения вала. То есть в контексте задачи приведения действительной системы к ее динамической модели масса представляется и, как крутильно-колебательный элемент, и как его инерционное свойство. При этом вводится два вида масс: распределенных по определенному закону и сосредоточенных в локальных точках или сечениях крутильной системы. Так массы, размеры которых вдоль вала не превышают в 1,5-2 раза его диаметр, называются сосредоточенными массами. Примером таких масс является маховое колесо, насажденное на ось вала, муфты, соединяющих валов, также КШМ поршневых ДВС. При построении цепной или разветвленной динамично эквивалентной модели крутильной системы, в состав которой входят передаточные механизмы (редукторы или мультипликаторы), их зубчатые колеса моделируются сосредоточенными массами. Если размер элемента крутильной системы вдоль вала более двух диаметров, то либо этот элемент разделяется на несколько частей (как правило, две-три в дискретной модели), или представляется как распределенная по длине масса (непрерывно распределены параметры). В последнем случае этот элемент представляет собой механическую систему с бесконечным числом степеней свободы. Тогда ее крутильные колебания описываются дифференциальными уравнениями с частными производными гиперболического типа.

В задаче приведения масс выделяются два аспекта. Во-первых, массы возникают в рамках силового анализа как приведение сил веса и сил инерции подвижных элементов системы к определенным точкам. Во-вторых, приведение масс рассматривается в связи с формированием динамично эквивалентной системы с двигателем. В этом разделе рассматриваются общепринятые принципы приведения масс элементов КШМ, которые широко применяются.

Причиной крутильных колебаний в ДВС является неравномерное влияние на вращающиеся массы крутящих моментов от газовых и инерционных сил. В поршневых ДВС кроме деталей, вращающихся вокруг оси коленчатого вала, является звенья, совершающих возвратно-поступательное и сложные виды движения. Силы инерции, действующие на эти звенья, непрерывно распределены по некоторому закону. Для приведения этих сил к центру в классической механике пользуются методом Пуансо, согласно которому любую совокупность сил можно привести к главному вектору и главному моменту сил относительно выбранной точки. Основная идея приведения сил инерции в динамике ДВС заключается в приведении масс подвижных элементов системы к точкам, траектории которых известны.

Если движение механической системы (отдельный механизм или отдельная часть агрегата) определяется одной обобщенной координатой, то эту систему можно свести к простой динамической

модели. В зависимости от поставленной задачи и от строения системы такой динамичной моделью является или вращающееся абсолютно твердое тело (с приведенным моментом инерции), или материальная точка, перемещающаяся по известной траектории (с приведенной массой).

На детали КШМ поршневого ДВС действуют силы: давления газов, инерции, трения и полезного сопротивления (нагрузки). Силы давления газов определяются на основе расчетов рабочих процессов или эксперимента. Для определения сил инерции необходимо знать соответствующие ускорения, а также величины распределения масс.

Исходя из особенностей движения, детали КШМ делят на три группы. К первой группе относят те, которые совершают возвратно-поступательное движение: поршень, поршневой палец и кольца. Ко второй группе относят детали, осуществляющие вращательное движение: кривошип с противовесами. К третьей группе относят шатун, который осуществляет плоско-параллельное движение в плоскости перпендикулярной оси коленчатого вала.

Силы инерции, действующие на шатун, при расчетах деформаций и прочности должны рассматриваться, исходя из распределения массы по длине и ускорения. При оценке внешнего воздействия сил инерции, то есть действия их в узлах сочленения с поршневым пальцем и шатунной шейкой, выполняют приведение массы, заменяя сложное распределение ее по длине шатуна конечным числом соответствующих сосредоточенных масс, расположенных на стержне, не деформируются. Условием приведения является сохранение законов движения центра масс и углового движения относительно оси, проходящей через него. При этом силы, действующие на шатун приводят к силе инерции массы шатуна, сосредоточенной в его центре, что движется по тому же закону, и к паре сил, действующих в плоскости симметрии шатуна. Момент этой пары сил равен моменту силы инерции массы шатуна относительно оси, проходящей через его центр масс и перпендикулярной плоскости симметрии, умноженному на угловое ускорение [3].

Заключение.

В условиях ужесточения требований к параметрам работы двигателей внутреннего сгорания и усовершенствование их конструкции одним из приоритетных направлений можно считать уменьшение неравномерности протекания рабочих процессов и хода двигателя.

Влияние изменения приведенного момента инерции кривошипно-шатунного механизма двигателя внутреннего сгорания на неравномерность хода считается несущественным.

Необходимо учитывать изменения приведенного момента инерции двигателя внутреннего сгорания, который, в большинстве случаев, считается постоянной величиной, при исследовании колебательных процессов, связанных с двигателем и в задачах диагностики.

Список использованных источников

1. Вейц В.Л. Динамика машинных агрегатов с двигателями внутреннего сгорания / В.Л. Вейц, А.Е. Кочура. – Л.: Машиностроение, 1978. – 352 с.

2. Двигатели внутреннего сгорания: Конструирование и расчет на прочность поршневых и комбинированных двигателей: учебник для студентов вузов [обучающихся по специальности «Двигатели внутреннего сгорания»] / [Вырубов Д.Н., Ефимов С.И., Иващенко Н.А. и др.]; Под ред. Орлина А.С., Круглова М.Г. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1984.–384с., ил.

3. Ершов В.И. О крутильных колебаниях коленчатых валов / В.И. Ершов, З.Г. Ершова // Двигательное строительство. – 2004. – №2. – С.104-105.

СПОСОБЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ УСТОЙЧИВОСТИ ДВИЖЕНИЯ АВТОМОБИЛЯ

Широков А.В.,

*ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», магистрант кафедры
«Техника и технологии автомобильного транспорта»
e-mail: shirokovfl@yandex.ru*

Хольшев Н.В.,

*ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», доцент кафедры
«Техника и технологии автомобильного транспорта»
e-mail: xhb@live.ru*

Привалов А.А.,

*ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», магистрант кафедры
«Техника и технологии автомобильного транспорта»
e-mail: privalov.aprivalov97@yandex.ru*

Повышение устойчивости автомобиля при различных режимах является актуальной задачей для современного автомобилестроения. Решение данной задачи осуществляется в настоящее время осуществляется при помощи различных электронных систем [18], повышающих устойчивость автомобиля, чаще всего, регулировкой тормозного момента на колесах, но как бы не совершенна была система всегда есть вероятность ее отказа, ведущая к потере устойчивости транспортного средства. Следовательно, нужно стремиться, чтобы конструктивные и эксплуатационные параметры автомобиля по максимуму обеспечивали устойчивость транспортного средства с минимальным вмешательством вспомогательных систем.

Исследованию общих вопросов устойчивости движения колесных машин посвящено значительное количество работ, большинство которых направлено на исследование устойчивости автомобиля при движении по криволинейной траектории, а также при торможении [6, 9, 11]. Анализ существующих исследований позволил авторам работы [16] составить структуру устойчивости как сложного многофакторного свойства, подразделяющегося на устойчивость движения и устойчивость положения автомобиля на опорной поверхности (рисунок 1).

Теория устойчивости А.М. Ляпунова [13] представляет собой математическую основу исследований в области устойчивости движения. Эта теория получила свое развитие от устойчивости «в малом» до устойчивости «в большом», «в целом» и до технической устойчивости. Движение механической системы устойчиво по Ляпунову, если с течением времени отклонения от невозмущенного движения уменьшаются. Движение неустойчиво в случае, когда с течением времени отклонения растут и разница между возмущенным и невозмущенным движениями увеличивается. Общим является следующее определение устойчивости движения по Ляпунову: «Движение механической системы устойчиво, если при действии ограниченных возмущений отклонения от невозмущенного движения остаются ограниченными».

Понятие устойчивости автомобиля в первых работах Е. А. Чудакова рассматривалось не как отдельное эксплуатационно-техническое свойство автомобиля, а как один из факторов, влияющих на тяговые и тормозные свойства, а именно как фактор, ограничивающий скорость движения на повороте и интенсивность торможения. Только с 1935 г. Е. А. Чудаков начинает относить устойчивость автомобиля к его основным эксплуатационно-техническим свойствам и характеризует как способность автомобиля держать дорогу при неровной и скользкой поверхности последней [23]. В дальнейших работах Е. А. Чудакова [20, 21] понятие устойчивости автомобиля заменяется понятием устойчивости автомобиля против заноса. В монографии «Теория автомобиля», посвященной вопросам устойчивости, дается следующая формулировка: «Под устойчивостью против заноса разумеется способность последнего противостоять боковому скольжению его осей в различных направлениях» [22].

Описание устройств, обеспечивающих курсовую и траекторную устойчивость движения транспортных средств, и принципов их работы, приведено во многих работах [3, 4, 5, 8, 12, 14, 17, 19].

Наибольшее распространение в зарубежном автомобилестроении получил способ, обеспечивающий курсовую и частично траекторную устойчивость колесных машин при торможении, а также курсовую устойчивость при разгоне, за счет регулирования величины тормозного (крутящего) момента на колесах.

Закон регулирования основывается на общеизвестной диаграмме [7, 10] зависимости коэффициента сцепления в продольном и поперечном направлении от коэффициента относительного продольного

скольжения колеса по опорной поверхности. Для реализации данного способа в тормозном режиме движения применяется антиблокировочная система (АБС), а в тяговом – противобуксовочная система (ПБС).

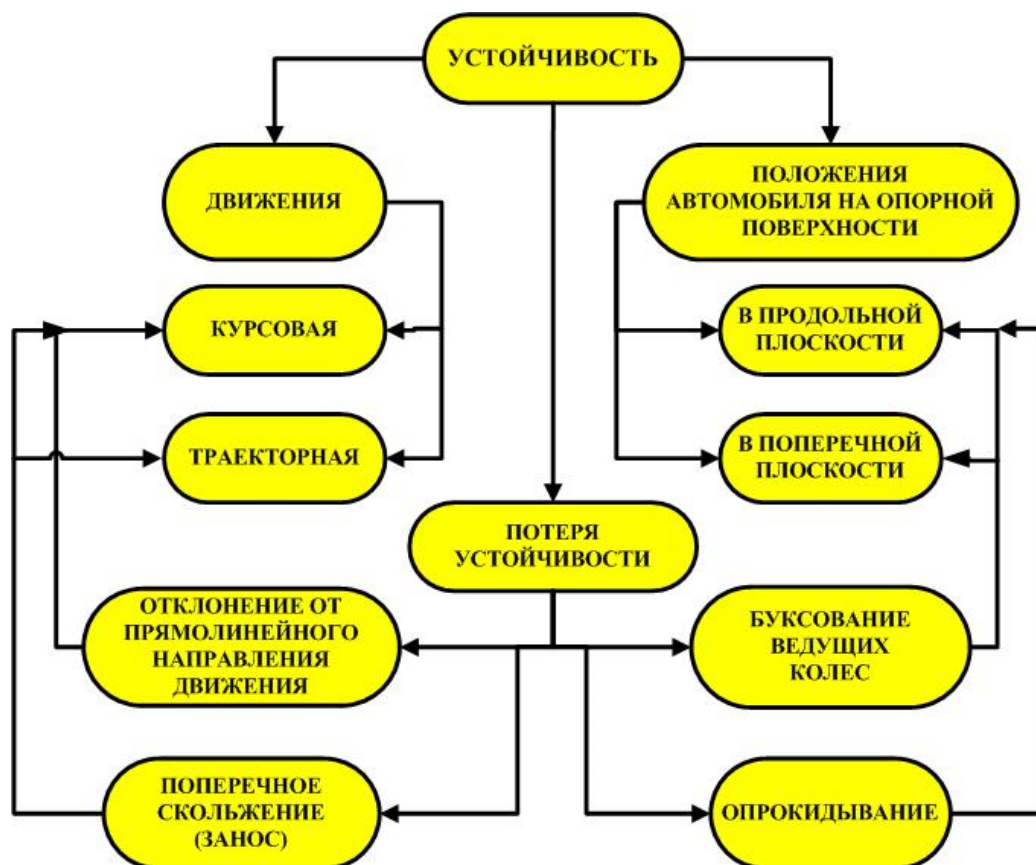


Рисунок 1. Классификация устойчивости автомобиля

В настоящее время [1, 8, 24], принято рассматривать характеристики управляемого движения колесных машин как совокупность управляющих воздействий водителя на скорость движения, поворот управляемых колес и корректирующих вмешательств системы автоматического управления устойчивостью движения.

Зарубежные фирмы применяют различные названия к подобным системам. Система активной безопасности компании Даймлер-Крайслер и Фольксваген называется «Electronic Stability Program» (ESP), концерн БМВ устанавливает на свои автомобили систему «Dynamic Stability Control» (DSC), на автомобилях марок «Тойота» и «Хонда» применяются системы Vehicle Stability Control (VSC) и Vehicle Stability Assist (VSA) соответственно.

Система динамической стабилизации (СДС) относится к новому поколению систем активной безопасности. Она использует узлы и функции АБС и ПБС для возможности контроля угловой скорости автомобиля и его курсового угла в тяговом и тормозном режимах движения. Это повышает надежность управления автомобилем, поскольку он сохраняет курсовую устойчивость и заданную траекторию движения (запас собственной устойчивости), которая насколько возможно, соответствует углу поворота рулевого колеса.

В США в 2001 г. в «Программу оценки новых автомобилей» (NCAP), которую разработала и ведет Национальная администрация безопасности дорожного движения (NHTSA), включена часть, посвященная обеспечению устойчивости автомобилей при их движении. Результатом этих исследований стал имеющий статус закона федеральный стандарт FMVSS 126 «Электронные системы контроля устойчивости» [25], гласящий, что на легковых, многоцелевых и грузовых автомобилях и автобусах полной массой до 4536 кг требуется установка систем ESC, «отвечающих требованиям данного стандарта и прошедших динамические испытания».

Следует отметить, что на сегодняшний день отсутствуют рекомендации по выбору на стадии проектирования по вопросу эксплуатационных и конструктивных параметров автомобиля, обеспечивающих выполнение требований его устойчивости в тяговом режиме и при движении накатом, что

объясняется недостаточной теоретической изученностью вопроса. Существующие методики оценки устойчивости практически сводятся к оценке при заносе. На самом деле занос не должен появляться, поскольку это состояние, создающее неуверенность у водителя. Наиболее детальные исследования устойчивости автомобиля против заноса проведены в работах Чудакова и Певзнера [15, 20]. Чудаков проводил оценку устойчивости по величине боковой реакции на задней оси. Однако, чтобы оценить устойчивость, необходимо знать не только запас по боковой силе на оси, но и возмущающий момент, который создается боковой силой на передней оси. Однако данный позволяет лишь установить относительную степень устойчивости автомобиля, а не абсолютную. Для обеспечения устойчивости движения автомобиля в тяговом режиме и при свободном выбеге необходимы дополнительные исследования.

Список использованных источников

1. Автомобильный справочник Bosch /перевод с англ. Г.С. Дугин. – Москва: За рулем, 1999. – 895 с. – (Первое издание на русском языке).
2. Бендас, И. М. Устойчивость автомобильного поезда против заноса при торможении / И. М. Бендас // Автомобильный транспорт.– Киев: Техніка, 1971. – Вып. 8. – С. 82–85.
3. Вербицкий, В. Г. Качественные и аналитические методы в динамике колесных машин / В. Г. Вербицкий, Л. Г. Лобас. – Киев: «Наукова думка», 1990. – 230 с.
4. Генбом, Б. Б. Об устойчивости движения затормаживаемого автомобиля / Б. Б. Генбом, В. А. Демьянюк, Т. Г. Мыськин // Автомобильная промышленность. – 1974. – № 3. – С. 22–25.
5. Гецович, Е. М. Колесные и гусеничные машины высокой проходимости: в 10 т. / Е. М. Гецович. - Харьков: ХГПУ, 1999. — Т. 1: Адаптивные тормозные системы армейских колесных машин. — 1999. — 187 с.
6. Глазков Ю.Е., Глазкова М.М., Попов М.А. Анализ устойчивости движения автопоезда с управляемым полуприцепом/ Ю.Е. Глазков, М.М. Глазкова, М.А. Попов //Тенденции развития науки и образования. - 2020. №68, Ч. 2. С. 141-143.
7. Доровских, Д. В. Исследование устойчивости движения автомобильного поезда / Д. В. Доровских, Ю. Е. Глазков // Наука в центральной России. – 2020. – № 2(44). – С. 16-22. – DOI 10.35887/2305-2538-2020-2-16-22.
8. Дунин, Г. Четыре поколения СДС / Дунин Г. // Автомобилестроение за рубежом. - 2001. - № 9. – С. 12–14.
9. Клец, Д. М. Влияние эксплуатационных факторов и технического состояния автомобиля на его устойчивость против заноса: дис. ... канд. техн. наук: 05.22.20/ Дмитрий Михайлович Клец – Харьков, 2009. – 216 с.
10. Кнороз, В. И. Работа автомобильной шины / В. И. Кнороз. – М.: Транспорт, 1976. – 237 с.
11. Краюшкин, Е.А. Причины и механизм возникновения заноса автомобиля при торможении/ Е.А. Краюшкин, Н.В. Хольшев // Сборник научных статей по материалам IV Международной научно-практической конференции «Современные научные исследования: теория, методология, практика» (03 ноября 2020 г., г. Уфа). – Уфа: Изд. НИЦ Вестник науки, 2020. – С. 46-50
12. Литвинов, А. С. О возможности улучшения управляемости легковых автомобилей сочетанием конструктивных факторов / А. С. Литвинов, Б. М. Фиттерман, Ю. М. Немцов // Автомобильная промышленность. – 1976.– № 4. – С. 13–17.
13. Ляпунов, А. М. Общая задача об устойчивости движения. Собрание сочинений. Т.2. / А. М. Ляпунов. – М. – Л.: Изд-во АН СССР, 1956. – 384 с.
14. Носенков, М. А. Выбор конструктивной схемы и угловой жесткости подвески легкового автомобиля по показателям курсовой устойчивости / М. А. Носенков, О. Д. Златовратский, В. М. Торно // Автомобильная промышленность. – 1981.– № 1.– С. 10–13.
15. Певзнер, Я. М. Теория устойчивости автомобиля / Я. М. Певзнер. – М.: Машгиз, 1947. - 156 с.
16. Подригало, М. А. Устойчивость колесных машин при заносе и способы ее повышения / Подригало М. А., Волков В. П., Степанов В. Ю., Доброгорский М. В.; под редакцией М.А. Подригало. – Харьков: Изд-во ХНАДУ, 2006. – 335 с.
17. Работа автомобильной шины /Кнороз В. И., Кленников Е. Б., Петров И. П. и др.; под ред. В. И. Кнороза. – М.: Транспорт, 1976. – 238 с.
18. Рязанцев, В.И. Метод повышения устойчивости движения автомобиля/ В.И. Рязанцев// Известия высших учебных заведений. Машиностроение. 2013, № 9. С. 49 - 55.
19. Управляемость и устойчивость автомобиля: сборник статей / пер. с англ. И. С. Нефедов. - М., Машгиз, 1963. – 42 с.

20. Чудаков, Е. А. Боковая устойчивость автомобиля при торможении / Е. А. Чудаков. – М.: Машгиз, 1952. – 183 с.
21. Чудаков, Е. А. Основы теории трактора и автомобиля / Е. А. Чудаков. – М.: Изд-во сельскохозяйственной литературы, журналов и плакатов, 1962. – 312 с.
22. Чудаков, Е. А. Теория автомобиля / Е. А. Чудаков. – М.: Машгиз, 1950. – 343 с.
23. Чудаков, Е. А. Устойчивость автомобиля при заносе / Е. А. Чудаков. – М. – Л.: Изд-во АН СССР, 1945. – 144 с.
24. Электронная система стабилизации движения «ESP» / Л.Е. Сергеев // Автомобилестроение за рубежом. – 1998. - № 11. – С. 16–17.
25. Electronic Stability Control Systems : Federal Motor Vehicle Safety Standard No. 126. - Office of Regulatory Analysis and Evaluation, National Center for Statistics and Analysis, 2006. – 142 p.

УДК 629.3.017

73.31.41: Техническая эксплуатация и ремонт средств автомобильного транспорта. Автосервис

ВЛИЯНИЕ КОНСТРУКТИВНЫХ И ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ПАРАМЕТРОВ ТРАНСМИССИИ И ПОДВЕСКИ АВТОМОБИЛЯ НА ЕГО УСТОЙЧИВОСТЬ ПРИ ДВИЖЕНИИ

Широков А.В.

*ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», магистрант кафедры
«Техника и технологии автомобильного транспорта»
e-mail: shirokovfl@yandex.ru*

Хольшев Н.В.

*ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», доцент кафедры
«Техника и технологии автомобильного транспорта»
e-mail: xhb@live.ru*

Привалов А.А.,

*ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», магистрант кафедры
«Техника и технологии автомобильного транспорта»
e-mail: privalov.aprivalov97@yandex.ru*

Устойчивость автомобиля при движении зависит от многих факторов конструктивного и эксплуатационного характера, а также от технического их состояния в данный момент времени. К таким факторам можно отнести тип трансмиссии автомобиля (передний, задний или полный привод), а также типа дифференциала, конструкция и техническое состояние подвески автомобиля.

Стабильность эксплуатационных свойств транспортных средств является необходимым условием их эффективного и безопасного функционирования.

Стабилизация тяговых свойств колесных машин может осуществляться за счет применения противобуксовочных систем (ПБС), а также новых систем динамической стабилизации курсового угла машины в процессе разгона.

Нестабильность элементов подвесок, а также – неправильная регулировка могут привести к неравномерности распределения вертикальных реакций между колесами одной оси. Это влечет за собой ухудшение эксплуатационных свойств колесных машин. Ухудшаются тягово-сцепные, тормозные свойства, управляемость и устойчивость машин.

Устойчивость и управляемость зависят прежде всего от технического состояния автомобилей и параметров ходовой части. При изучении влияния ходовой части на устойчивость движения автомобиля и износ шин основное влияние уделялось анализу влияния углов установки управляемых колес.

В работе [15] А.Н. Юрченко проводит исследование влияния угловых и линейных смещений мостов автомобилей на устойчивость его движения. Автор утверждает, что большой процент автомобилей эксплуатируется с параметрами ходовой части, отличными от нормы [14]. Отклонение от нормы хотя бы одного из параметров может вызвать ухудшение управляемости и устойчивости движения, а также повышенный износ шин. Установлено, что угловые смещения задних ведущих мостов автомобилей могут достигать 2°. С такими отклонениями положения ведущих мостов автомобили выпускаются даже с

конвейера автозаводов. В эксплуатации, в результате ДТП или воздействия случайных динамических нагрузок большой величины также могут происходить смещения ведущих мостов относительно их номинального положения. В работе [14] однако не рассмотрены предельно допустимые боковые линейные и угловые смещения ведущих мостов автомобилей по условию сохранения устойчивости последних против заноса (отсутствия бокового скольжения колес передней и задней осей).

В работе В.П. Волкова [1] говорится о зависимости устойчивости от колеи, базы, поперечного крена кузова или грузовой платформы, скорости автомобиля, угла поворота управляемых колес, а также технического состояния шин. В меру износа протектора шин ухудшается сцепление колес с дорогой и увеличивается вероятность бокового заноса. Коэффициент сцепления шины, протектор которой изношен до полного исчезновения рисунка, почти вдвое меньше коэффициента сцепления новой шины.

Фундаментальным исследованиям сопротивления качению посвящено много работ [2-5, 7 - 14]. Из отечественных авторов наиболее подробные исследования этого вопроса проводили Е. А. Чудаков [9 - 13], В. И. Кнороз [5], Г. В. Зимелев [3], А. С. Шелухин [14], В. А. Петрушов [7]. В зарубежной литературе также опубликовано большое число трудов по этому вопросу.

При разработке нового автомобиля выбор типа привода является основополагающим решением. Наряду с требованиями экономичности, безопасности, компактности особое значение имеют показатели управляемости, устойчивости и тяговой динамики автомобилей с различными типами привода.

Заднеприводные автомобили в большинстве своем имеют классическую компоновку – двигатель расположен продольно оси кузова в его передней части. В повороте на транспортное средство действует центробежная сила, а при возникновении заноса задней оси она увеличивается, следовательно, «стремится» еще больше повернуть автомобиль в сторону заноса. На скользком покрытии и при нагрузке менее трех человек проблемы тяговых свойств для автомобилей классической компоновки приобретают важное значение. Наряду с проблемами, возникающими при трогании с места, выделяющимся недостатком является потеря устойчивости прямолинейного движения вследствие буксования задних колес [4].

В большинстве случаев автомобили классической компоновки, в особенности с двигателями, располагающими высокой мощностью и крутящим моментом, требуют от водителей в условиях скользкой дороги более осторожной манеры вождения и лучших навыков, чем в большинстве случаев беспроблемные для большинства водителей в таких случаях переднеприводные модели. Переднеприводные автомобили могут иметь продольно или поперечно расположенный двигатель. В одном корпусе с коробкой передач находится главная передача, которая передает мощность на дифференциал, связанный с колесами через шарниры равных угловых скоростей. Одной из сильных сторон переднего привода является хорошая курсовая устойчивость движения благодаря сильнонагруженным передним ведущим колесам и малому расстоянию от центра тяжести автомобиля до центра приложения ветровой нагрузки [4].

В случае воздействия бокового ветра на движущийся по прямой заднеприводный автомобиль начинается занос передней оси. Возникающая при этом центробежная сила действует в направлении противоположном заносу и препятствует ему. В повороте, при заносе колес передней оси, увеличившаяся центробежная сила «стремится» вернуть автомобиль к прежней траектории. Следовательно, переднеприводные транспортные средства в большинстве своем обладают недостаточной поворачиваемостью, поэтому они ведут себя более устойчиво, чем заднеприводные автомобили такого же класса, особенно на мокрой и обледенелой дороге [4].

Полноприводные автомобили имеют три схемы трансмиссий (рисунок 1).

В трансмиссиях с подключаемым водителем полным приводом обязательно есть раздаточная коробка. В ней может быть понижающая передача, но на большинстве моделей нет межосевого дифференциала. В этом случае второй мост (как правило, передний) подключается только для движения по бездорожью. На сухом асфальте это приведет к ухудшению устойчивости и управляемости из-за неизбежной пробуксовки колес, так как они не смогут вращаться с разными скоростями. При отключенном переднем мосте такой автомобиль ведет себя практически как заднеприводный [4].

Полный привод, подключаемый автоматически. В трансмиссиях с подключаемым автоматическим полным приводом крутящий момент начинает передаваться ко второй оси только при пробуксовке ведущих колес. За счет перераспределения тяговых усилий пробуксовка может прекратиться, а устойчивость повыситься. При отсутствии пробуксовки колес эти автомобили на твердой и сухой дороге обладают устойчивостью и управляемостью практически такой же, как переднеприводные [4].

Автомобили с постоянным полным приводом обязательно имеют межосевой дифференциал, который может блокироваться самостоятельно силами внутреннего трения, при помощи электроники или принудительно водителем (жесткая блокировка). Передачу мощности к четырем колесам используют не только для повышения проходимости (у внедорожников), но и для лучшей реализации разгонных свойств автомобиля. Оба эффекта достигаются за счет перераспределения силы тяги - на каждом колесе она получается меньше, соответственно ниже вероятность их пробуксовки [4].



Рисунок 1. Схемы трансмиссий полноприводных автомобилей

При жесткой кинематической связи возникает задача рационального выбора постоянного распределения крутящих моментов между ведущими мостами автомобиля.

Важной характеристикой трансмиссии, от которой в значительной мере зависит устойчивость и управляемость автомобиля, является распределение крутящих моментов между колесами ведущей оси.

Характер распределения крутящих моментов между полуосями, а следовательно, и касательных реакций между ведущими колесами зависит от типа межколесного дифференциала.

В ведущих осях современных автомобилей возможно применение дифференциалов с повышенным внутренним трением. Такие дифференциалы улучшают тяговые качества и проходимость автомобилей за счет перераспределения тяговых сил между ведущими колесами при пробуксовке одного из них на скользкой дороге [6]. Обычный дифференциал не обеспечивает при этом необходимого перераспределения тяговых сил, что и является одним из его основных недостатков.

При потере ведущим колесом контакта с дорогой или попадании на скользкий дорожный участок происходит увеличение его угловой скорости. Последующее приземление колеса или въезд на участок с повышенным коэффициентом сцепления сопровождается пробуксовкой, которая обусловлена несоответствием окружной скорости колеса и скорости автомобиля.

Резкое изменение внешней нагрузки на колесо при отрыве и приземлении, вызывает возникновение на ведущих колесах разных по величине тяговых сил, которые создают моменты в плоскости дороги, стремящиеся нарушить боковую устойчивость автомобиля. Это отрицательное свойство дифференциала должно проявляться особенно резко при прямолинейном движении на повышенных скоростях, когда отрывы колес от дороги наиболее вероятны [4].

Одним из способов повышения проходимости колесных машин является применение дифференциалов с повышенным внутренним трением, улучшающими тяговые качества за счет лучшего использования сцепного веса. Однако выбор таких дифференциалов должен быть тесно увязан с вопросами устойчивости и управляемости, так как перераспределение тяговых сил между ведущими колесами оказывает непосредственное влияние на эти важные эксплуатационные качества.

В большинстве работ устойчивость исследуется без учета возможного перераспределения дифференциалом тяговых усилий, так как устойчивость автомобиля зависит от многих других конструктивных особенностей машин и действующих внешних факторов. Имеющиеся исследования, связанные с изучением влияния дифференциала на устойчивость, в основном рассматривают движение автомобиля на повороте. Вопросы устойчивости прямолинейного движения отражены в работах Н.И. Борисова, Н.В. Дивакова, А.Х. Лефарова [6]. Однако в теории автомобиля отсутствует критерий, позволяющий производить сравнительную оценку автомобилей с точки зрения их устойчивости в прямолинейном движении [6].

Выполненный обзор существующих исследований показал, что исследование кинематики и динамики некоторых конструкций дифференциалов, а также исследование влияния этих дифференциалов на проходимость автомобилей в разнообразных дорожных условиях посвящены работы многих авторов и эти вопросы сравнительно полно изучены. Тем не менее пока отсутствуют исследования влияния дифференциала на изменение скорости вращения ведущих колес при отрыве от дороги и влияния этого изменения на устойчивость автомобилей. Не изучено влияние разности динамических радиусов и геометрии автомобиля на его устойчивость против заноса. Не оценено влияние разности коэффициентов сцепления ведущих колес дорогой и смещения центра масс на устойчивость транспортного средства. Данные вопросы требуют дополнительных исследований.

Список использованных источников

1. Волков В. П. Теория эксплуатационных свойств автомобиля / В. П. Волков. – Харьков: ХНАДУ, 2003. – 292 с.
2. Глазков Ю.Е., Глазкова М.М., Попов М.А. Анализ устойчивости движения автопоезда с управляемым полуприцепом / Ю.Е. Глазков, М.М. Глазкова, М.А. Попов // Тенденции развития науки и образования. - 2020. №68, Ч. 2. С. 141-143.
3. Доровских, Д. В. Исследование устойчивости движения автомобильного поезда / Д. В. Доровских, Ю. Е. Глазков // Наука в центральной России. – 2020. – № 2(44). – С. 16-22. – DOI 10.35887/2305-2538-2020-2-16-22.
4. Клец, Д. М. Влияние эксплуатационных факторов и технического состояния автомобиля на его устойчивость против заноса: дис. ... канд. техн. наук: 05.22.20/ Дмитрий Михайлович Клец – Харьков, 2009. – 216 с.
5. Гончарук, С. А. Анализ механизмов изнашивания автомобильных шин / С. А. Гончарук, Д. В. Доровских // Устойчивое развитие региона: архитектура, строительство, транспорт : Материалы 2-й международной научно-практической конференции института архитектуры, строительства и транспорта Тамбовского государственного технического университета, Тамбов, 25 сентября 2015 года. – Тамбов: Издательство Першина Р.В., 2015. – С. 161-163.
6. Доровских, Д. В. Уточнение математической модели электромагнитного амортизатора автомобиля / Д. В. Доровских, Ю. Е. Глазков // Наука в центральной России. – 2019. – № 3(39). – С. 73-78.
7. Петрушов В. А. К вопросу о качении эластичного колеса по твердой опорной поверхности / В. А. Петрушов // Автомобильная промышленность, 1963. - № 12. – С. 21–24.
8. Рязанцев, В.И. Метод повышения устойчивости движения автомобиля/ В.И. Рязанцев// Известия высших учебных заведений. Машиностроение. 2013, № 9. С. 49 - 55.
9. Чудаков Е. А. Боковая устойчивость автомобиля при торможении / Е. А. Чудаков. – М.: Машгиз, 1952. – 183 с.
10. Чудаков Е. А. Основы теории трактора и автомобиля / Е. А. Чудаков. – М.: Изд-во сельскохозяйственной литературы, журналов и плакатов, 1962. – 312 с.
11. Чудаков Е. А. Теория автомобиля / Е. А. Чудаков. – М.: Машгиз, 1950. – 343 с.
12. Чудаков Е. А. Устойчивость автомобиля при заносе / Е. А. Чудаков. – М. – Л.: Изд-во АН СССР, 1945. – 144 с.
13. Чудаков Е. А. Устойчивость автомобиля против заноса / Е. А. Чудаков. – М.: Машгиз, 1949. – 193 с.
14. Шелухин А. С. Анализ потерь на качение пневматических шин в условиях движения автомобиля по дороге с твердым покрытием / А. С. Шелухин // сб.: Труды НАМИ. - М.: изд. НАМИ, 1965. - Вып. 79. - С. 21-45.
15. Юрченко А. Н. Исследования влияния угловых и линейных смещений мостов автомобиля на устойчивость его движения : автореф. дис. на получение научн. степени канд. техн. наук: 05.441 «Автомобильный транспорт» / А. Н. Юрченко. – Харьков, 1972. – 28 с.

ТРАНСПОРТНЫЕ СРЕДСТВА, ПРЕДНАЗНАЧЕННЫЕ ДЛЯ ПЕРЕВОЗКИ ТЯЖЕЛОВЕСТНЫХ ГРУЗОВ

Кульнев А.Д.,

ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», магистрант
e-mail: akd15@mail.ru

В настоящее время в ряде мировых отраслей промышленности наблюдается тенденция к разработке и производству агрегатов и установок, которые являются крупногабаритными и (или) тяжеловесными грузами (КГГ). В связи с этим увеличивается объем производства, что приводит к росту объема перевозок данного груза. Это ведет к повышению интенсивности дорожного движения, росту аварийности. В связи с этим возрастает время простоев автомобилей, увеличиваются материальные потери от дорожно-транспортных происшествий (ДТП) [1, 2].

Подобным образом, тяжеловесность грузов (транспортных средств в груженом состоянии) обусловливается 2-мя нюансами, общим весом транспортного средства в груженом состоянии и нагрузками на оси. Превышение допустимых нормативов по одному из этих параметров означает в таком случае, то что груз считается тяжеловесным и влечет необходимость получения специального разрешения на транспортировку такого груза и возмещение ущерба причиняемого тяжеловесным автотранспортным средством дорожному полотну и постройкам (мостам, развязкам) и кроме этого предоставление дополнительных мер безопасности движения тяжеловесного автотранспорта [3].

Все без исключения транспортировки по территории Российской Федерации исполняются по дорожному полотну общего пользования, которые делятся на федеральные, региональные и местные дороги, а также не общего пользования – частные дороги, принадлежащие организациям и гражданам, это подъездные пути к территориям организаций, жилым домам [4].

Строительство дорог единого пользования выполняется в жёстком соответствии с ГОСТами, с соблюдением промышленных предписаний по устойчивости к воздействию транспортных средств на дорожное полотно, размеров по ширине проезжих полос, высоте расположения путепроводов, а так же построек над проезжей частью, радиусов поворотов, шириной краёв дороги, размещением дорожных знаков, ограждений и иных параметров [5].

Почти все федеральные и региональные сети дорог представлены дорогами 1-й и 2-й категории. Районные же дороги, это в большей степени, дороги 2-й и 3-й категорий.

Маршруты автомобильных грузоперевозок происходят по дорогам различных категорий, а также различного технического состояния [6]. На некоторых дорогах максимально допустимая нагрузка на ось до 10 тс, а на других до 11,5, а на отдельных участках дороги, не более 6 тс на ось. Эти показатели считаются максимально допустимыми и варьируются в зависимости от межосевого расстояния автотранспортного средства (автопоезда) в сторону снижения допустимого значения.

Результат транспортировки грузов с превышением возможной допустимой общей массы или допустимых осевых нагрузок, без оформления соответствующих разрешений и денежного возмещения ущерба. Причиняемого дорогам, несёт за собой, не только последующего возмещения такого ущерба, но и, множественные штрафы, арест транспортного средства с грузом до оформления разрешения на перевозку, а также оплату услуг штраф – стоянки [7].

Автопоезда общего назначения обладают максимально облегченные по весу кузова, в среднем их собственная масса не превышает 18-20 тн, то, что даёт возможность выполнять перевозки 20-23 тн груза, почти согласно абсолютно всем категориям дорог.



Рисунок 1 - Схема распределения массы автопоезда общего назначения с грузом по осям

Транспортные средства, предназначенные для перевозки тяжеловесных грузов, отличаются от транспорта общего назначения по многим техническим параметрам:

- прицепы обладают усиленной, и, как правило, низкой рамой;
- определенные модели полуприцепов имеют возможность раздвигаться в длину (телескопические тралы), а также в ширину;
- применяются наиболее сильные тягачи, с усиленными прицепными устройствами;
- с целью увеличения универсальности специального подвижного состава, применяются множество и других устройств, приборов, а также навесного оборудования.

Чем больше масса самого автопоезда, тем меньше вес груза, который способен перевозиться в рамках возможных весовых параметров, без отнесения к категории тяжеловесных грузов.

На рис. 2 четко представлено то, что в зависимости от технических характеристик автомобильного транспорта, в частности общей массы автопоезда, грузы весом более 15 т способны стать тяжеловесными, так как будут иметь место превышение допустимых весовых параметров по общей массе.

Определенные автотранспортные средства особого назначения могут быть так же тяжеловесными и без груза, так как их общая масса и/или осевая нагрузка превышают стандартные (допустимые) весовые характеристики.



Рисунок 2 - Схема распределения общей массы автопоезда специального назначения с грузом по осям

К тяжеловесным грузам, исходя из сложившейся практики автомобильных перевозок, необходимо причислять грузы весом более чем 23 тонны [8]. 23 т – это условный максимальный порог груза, который может быть перевезён с использованием автотранспорта общего назначения.

Так же стоит сказать о такой важной в этой сфере системе как «Платон» которая создана для того, чтобы люди, которые используют перегрузку на своём транспортном средстве на дорогах различной категории производили плату за данный вид нарушения. В данной системе есть максимальный допустимый вес перевозимого груза, и он оценивается в 12 т (из статистики, оказывается, что более 56% всех автомобильных транспортов производящих перевозку тяжеловесных грузов нарушают допустимую массу транспортировки, это можно сравнить с нарушением 50000 автомобилей частного пользования жителей).

При доставке тяжеловесных грузов примеряется специальный подвижной состав, главной характеристикой которого, является усиленная грузовая площадка, а также присутствие большего, в сравнении с обычным транспортом, число осей.

Так как тяжеловозы и сами по себе тяжелы, в таком случае непосредственно количество осей обретает главную значимость при организации транспортировки тяжеловесных грузов.

Число осей должно соответствовать весу груза. Чем тяжелее груз, тем больше обязано быть их количество, это позволяет уменьшить степень причиняемого дорожному полотну разрушения, а в следствии, и уменьшить количество денежного возмещения, и тем самым снизить себестоимость транспортировки.

Так как транспортировка тяжеловесного груза, сама по себе, подразумевает превышение максимально допустимой общей массы автотранспортного средства с грузом. Его тяжеловесность, то одно из главных значение для оптимизации затрат на организацию перевозок тяжеловесных грузов, является, в первую очередь, соблюдение допустимых осевых нагрузок или стремление сократить процент превышения нормативов, за счет использования транспортных средств с большим количеством осей.

Создание и внедрение дорог и транспортных развязок, не проходящих в центрах города (что положительно повлияет на транспортировку в плане удобства (загрузка будет минимальная, а также и

скорости доставки груза [9, 10])). Стоит сказать о правильном графике передвижения: лучше выбрать временные рамки с более свободным перемещением по трассе, без пробок.

Использование системы «Платон» в более широких масштабах позволит снизить количество случаев связанных с перегрузом транспортных средств при транспортировке. Может не моментально, но результат однозначно будет виден на лицо, так как при систематичной оплате за такие нарушения, владелец либо компания будет думать, как этого избежать, а, следовательно, будут изменения в транспортировке груза.

Список используемых источников

1. Анохин С.А. Автомобильный транспорт как элемент качества жизни, экономики природопользования и экономики устойчивого развития городов // В.И. Вернадский: Устойчивое развитие регионов. Материалы Межд. науч.-практ. конф. 2016. С. 249-254.
2. Гуськов А.А., Анохин С.А. Проблема обновления подвижного состава в автотранспортных предприятиях // Автотранспортное предприятие. 2016. № 11. С. 47-51.
3. Гуськов А.А. Транспортные и погрузо-разгрузочные средства: учеб. пособие / А.А. Гуськов, В.А. Молодцов, В.С. Горюшинский. - Тамбов: Изд-во ТГТУ, 2017. - 98 с.
4. Инфраструктура автотранспортного комплекса [Электронный ресурс]: учеб. пособие / С.А. Анохин, Н.Ю. Залукаева, А.А. Гуськов, В.А. Гавриков. - Тамбов: Изд-во ФГБОУ ВО "ТГТУ", 2018.
5. Лавриков И.Н. Влияние дорожных условий на устойчивое развитие транспортной отрасли // В.И. Вернадский: Устойчивое развитие регионов. Материалы Межд. науч.-практ. конф. 2016. С. 244-249.
6. Гуськов А.А., Лоншаков А.А., Гавриков В.А., Лавриков И.Н. К вопросу об организации межрегиональных транспортно-складских комплексов // Устойчивое развитие региона: архитектура, строительство, транспорт. Материалы VII Межд. науч.-практ. конф. 2020. С. 325-330.
7. Лавриков И.Н., Гуськов А.А., Гавриков В.А., Анохин С.А. Экономический аспект при выборе транспорта в логистической системе // Научное обозрение: теория и практика. Т.10. №10. 2020. С. 3321-3328.
8. Пеньшин Н.В., Гуськов А.А., Залукаева Н.Ю. Организация автомобильных перевозок: учебное пособие / Тамбов, Изд-во ТГТУ. 2014. – 80 с.
9. Анохин С.А., Гуськов А.А., Шестакова Н.А. Определение скорости транспортного средства // Наука и техника в дорожной отрасли. 2020. № 3 (93). С. 10-13.
10. Доровских, Д. В. Исследование устойчивости движения автомобильного поезда / Д. В. Доровских, Ю. Е. Глазков // Наука в центральной России. – 2020. – № 2(44). – С. 16-22. – DOI 10.35887/2305-2538-2020-2-16-22.

УДК 625.098

73.31.17: Организация и безопасность дорожного движения

ВЛИЯНИЕ ПАРАМЕТРОВ УЛИЧНО-ДОРОЖНОЙ СЕТИ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ ОРГАНИЗАЦИИ ПАССАЖИРСКИХ ПЕРЕВОЗОК В ГОРОДЕ

Севостьянов М.А.,

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

Города являются центрами экономической активности. Поддержка такой сложной инфраструктуры обеспечивается транспортной системой. При расширении городов и недостаточно эффективном управлении, повышается риск возникновения сложностей в транспортном сообщении. Производительность городов в значительной степени зависит от эффективности ее транспортной системы для перемещения рабочих, потребителей и грузов между несколькими источниками и пунктами назначения [1]. Кроме того, транспортные терминалы, такие как порты, аэропорты и железнодорожные верфи расположены в городских районах, помогают закрепить город в рамках региональной и глобальной системы. Тем не менее, они также вносят свой вклад в формировании новых проблем. Например, заторы, которые являются частью крупных мегаполисов. Они возникают из-за обилия моторизованного транспорта, большого количества дорожных пересечений, а также как результат исторической планировки города с узкими улицами и недостаточным пространством для паркинга транспортных средств.

Одна из неочевидных проблем общественного транспорта в городе – децентрализация [2]. Системы общественного транспорта не предназначены для обслуживания разбросанных городских территорий с низкой плотностью населения, преобладающих в городском ландшафте. Чем больше децентрализация городской деятельности, тем сложнее и дороже становится обслуживать городские районы общественным транспортом. Кроме того, децентрализация способствует поездкам на дальние расстояния по транспортным системам, вызывая более высокие эксплуатационные расходы и проблемы с доходами для транзитных систем с фиксированными тарифами. Повлиять на данную проблему возможно путем более четкого разделения на зоны. Например, создание и расположение бизнес-центра, который будет формировать важный для города пассажиропоток [3].

Следующий аспект – неизменность. Инфраструктуры нескольких систем общественного транспорта, в частности железных дорог и метро, являются фиксированными, в то время как города являются динамичными объектами, даже если темпы изменений могут занять десятилетия. Это означает, что схемы передвижения имеют тенденцию меняться и созданные маршруты теряют свою актуальность со временем. Периодическое исследование интересов населения выявит потенциально наиболее популярные маршруты в городе или поможет скорректировать устоявшиеся схемы движения транспорта [4].

Системы общественного транспорта часто не зависят от других видов транспорта и терминалов [5]. Следовательно, трудно переводить пассажиров из одной системы в другую. Это приводит к парадоксу между предпочтением пассажиров иметь прямое соединение и необходимостью обеспечить рентабельную сеть обслуживания, включающую пересадки. Учитывая дешевые и повсеместные системы автомобильного транспорта, общественный транспорт столкнулся с жесткой конкуренцией и потерял пассажиропоток в относительном, а в некоторых случаях и в абсолютном выражении. Чем выше уровень автомобильной зависимости, тем более неподходящий уровень обслуживания общественного транспорта. Удобство автомобиля превосходит предлагаемые общественные услуги [6].

Структура тарифов. Исторически сложилось так, что большинство систем общественного транспорта отказались от структуры тарифов на основе расстояния в пользу более простой системы фиксированных тарифов [7]. Это имело непреднамеренные последствия: не поощрялись короткие поездки, для которых хорошо подходят большинство транспортных систем, и поощрялись более длительные поездки, которые, как правило, обходятся пользователю дороже, чем тарифы, которые они генерируют. Информационные системы предлагают транспортным системам возможность вернуться к более справедливой структуре тарифов на основе расстояния, особенно со смарт-картами, которые позволяют взимать плату в соответствии с пунктом въезда и выезда в системе общественного транспорта.

В течении продолжительного периода в нашей стране отдавалось предпочтение развитию общественного транспорта, что повлияло на общее устройство улично-дорожной сети современных городов. Для расчетов принималось соотношение 60 автомобилей на 1000 человек. Для этого уровня и была создана современная транспортная инфраструктура большинства городов. Следствием такого подхода стало возникновение ряда проблем для современного уровня жизни, где соотношение автомобилей на 1000 человек намного выше: малая удельная плотность магистральных улиц и неразвитость сети местных улиц, низкая пропускная способность улиц и пересечений, совмещенное движение общественного пассажирского транспорта и легкового и грузового движения, отсутствие заездных карманов для остановки транспорта общественного пользования [8]. К другой группе факторов относятся действия водителей транспортных средств и внешние условия, которые оказывают критическую нагрузку на улично-дорожную сеть. К задержкам могут приводить неблагоприятные погодные условия, возникновение дорожно-транспортных происшествий. Нарушение водителями правил перестроения в потоке и движение с низкой скоростью по левой полосе проезжей части.

Многие системы общественного транспорта или их части используются либо избыточно, либо недостаточно, поскольку спрос на общественный транспорт зависит от периодов пиков и спадов. В часы пик загруженность создает дискомфорт для пользователей, поскольку система справляется с временным всплеском спроса. Это создает проблему обеспечения адекватного уровня транзитной инфраструктуры и уровней обслуживания. Планирование пиковой мощности приводит к тому, что система очень мало используется в часы межпиковой нагрузки, тогда как планирование средней мощности приведет к перегрузке в часы пик. Настройка и изменение циклов светофорных объектов в разные периоды в течении дня для лучшей пропускной способности транспорта, в том числе общественного транспорта.

Особое внимание необходимо уделить своевременному разрешению последствий дорожно-транспортных происшествий, которые являются причиной крупных заторов на улицах городов, что сильно снижает пропускную способность участка и приводит к задержкам и несвоевременному выполнению маршрутных графиков общественным транспортом.

Самым же эффективным методом является непосредственное развитие УДС, однако, это направление является наиболее трудоемким и дорогостоящим. Важно уделять внимание проблеме неэффективной

работы УДС на этапе проектирования новых районов города. Вместе с этим может потребоваться создание новых нормативных документов и руководств по проектированию планировки и застройке улиц, площадей и транспортных узлов.

Общественный транспорт способен эффективно функционировать в городах при условии снижения количества используемого личного транспорта.

Современные достижения в сфере компьютерных технологий предлагают новую возможность для организации работы общественного транспорта в городах – интеллектуальные транспортные системы (ИТС). ИТС – целостная управляющая система, которая модернизирует обычный подход к разрешению транспортных проблем посредством повышения уровня обмена информацией [9]. Это современный метод, который позволяет значительно улучшить производительность и эффективность работы пассажирских и грузовых перевозок в городской среде. При этом обеспечивается более безопасное и комфортное передвижение пассажиров, а также снижает экологическую нагрузку на окружающую среду [10]. Такой подход помогает автоматически отслеживать нарушения правил дорожного движения, управлять светофорами, мониторинг условий движения в реальном времени, а также информирование участников движения о дорожных условиях и ситуациях, графиках движения общественного транспорта, наличии свободных мест на парковках и т.д.

В соответствии с изученными проблемами работы общественного транспорта в городских условиях, можно сформулировать следующие мероприятия, позволяющие повысить эффективность его работы:

- зонирование города для лучшей организации перевозочного процесса;
- корректировка устоявшихся схем движения общественного транспорта и приведении их в соответствие с текущими потребностями населения;
- изменение тарифных планов общественного транспорта для снижения затрат на работу транспортной системы. Вместе с этим появится больше возможностей для обновления парка подвижного состава;
- внедрение ИТС для повышения пропускной способности УДС и снижения временных затрат при передвижении в городской среде;
- переработка городского ландшафта с целью упрощения движения для общественного транспорта.

Список использованных источников

1. Организация дорожного движения [Электронный ресурс]: учеб. пособие / В.А. Гавриков, С.А. Анохин, А.А. Гуськов, Н.Ю. Залукаева. - Тамбов: Изд-во ФГБОУ ВО "ТГТУ", 2020.
2. Гуськов А.А., Залукаева Н.Ю. Городской наземный общественный транспорт: проблемы и перспективы развития // Научное обозрение. 2017. № 13. С. 79-83.
3. Гавриков В.А., Залукаева Н.Ю. Факторы конкурентоспособности автотранспортного предприятия // Транспортное дело России. 2017. № 5. С. 54-56.
4. Анохин С.А. Автомобильный транспорт как элемент качества жизни, экономики природопользования и экономики устойчивого развития городов // В.И. Вернадский: Устойчивое развитие регионов. Материалы Межд. науч.-практ. конф. 2016. С. 249-254.
5. Гуськов А.А., Лоншаков А.А., Гавриков В.А., Лавриков И.Н. К вопросу об организации межрегиональных транспортно-складских комплексов // Устойчивое развитие региона: архитектура, строительство, транспорт. Материалы VII Межд. науч.-практ. конф. 2020. С. 325-330.
6. Гуськов А.А., Анохин С.А. Проблема обновления подвижного состава в автотранспортных предприятиях // Автотранспортное предприятие. 2016. № 11. С. 47-51.
7. Лавриков И.Н., Гуськов А.А., Гавриков В.А., Анохин С.А. Экономический аспект при выборе транспорта в логистической системе // Научное обозрение: теория и практика. Т.10. №12. 2020. С. 3321–3328.
8. Инфраструктура автотранспортного комплекса [Электронный ресурс]: учеб. пособие / С.А. Анохин, Н.Ю. Залукаева, А.А. Гуськов, В.А. Гавриков. - Тамбов: Изд-во ФГБОУ ВО "ТГТУ", 2018.
9. Гуськов, А.А. Информационные технологии на транспорте [Электронный ресурс]: учебное пособие / А.А. Гуськов, В.А. Молодцов, Н.В. Пеньшин. - Электрон.дан. (23, 4 Мб). - Тамбов: ФГБОУ ВПО «ТГТУ», 2014.
10. Глазков, Ю. Е. Двигатели автобусов, анализ конструктивных решений / Ю. Е. Глазков, Д. В. Доровских // Фундаментальные и прикладные научные исследования: актуальные вопросы, достижения и инновации : Материалы Всероссийской заочной научно-практической конференции, Тамбов, 01–31 декабря 2017 года. – Тамбов: Издательство Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования "Тамбовский государственный технический университет", 2017. – С. 395-398.

ИССЛЕДОВАНИЕ РЕОЛОГИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ ЗАГРЯЗНЕННЫХ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

Сивальнев Д.В.,

ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», магистрант, ул. Мичуринская, 112, корп. Д, г. Тамбов, Тамбовская область, 392032, Россия, e-mail: dmitrivalnev3826@mail.ru

Привалов А.А.,

ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», магистрант, ул. Мичуринская, 112, корп. Д, г. Тамбов, Тамбовская область, 392032, Россия

Введение. Актуальность темы. В настоящее время в результате резкого увеличения количества автотранспортных средств значительно возрастает потребность в автомобильных эксплуатационных материалах (АЭМ). В связи с этим, большое значение имеет рациональное потребление АЭМ, что обусловлено существенными финансовыми затратами на их приобретение.

На сегодняшний день остается острым вопрос о загрязнении АЭМ во время их хранения, транспортировки и заправки. Загрязненные топлива и масла снижают безотказность и долговечность узлов и агрегатов автомобилей. Известно, что чистота АЭМ является одним из важнейших эксплуатационных показателей [1].

С другой стороны, отработанные смазочные материалы являются токсичными отходами, имеющими низкую степень биоразлагаемости. Разработки, связанные со сбором, утилизацией и регенерацией отработанных нефтепродуктов, относятся к приоритетным направлениям развития науки и технологий. Выбор метода и технологии регенерации обусловлен характером содержащихся в материалах загрязнений и продуктов старения. Очистка от механических примесей является неотъемлемой частью любого процесса регенерации отработанных смазочных материалов.

Для наиболее полного отделения механических примесей от АЭМ используется центробежная очистка. Центрифуги являются узкоспециальными машинами, предназначенными для очистки материалов, обладающих определенными свойствами. К недостаткам разделения продуктов на центрифугах относится малое количество параметров регулирования процесса очистки. Существующие конструкции центрифуг не позволяют обеспечить необходимую тонкость очистки различных АЭМ без подбора режимов работы очистного оборудования и количества циклов очистки опытным путем. В связи с этим, возникла необходимость в разработке новых средств центрифугальной техники, позволяющих производить качественную очистку широкого ассортимента загрязненных АЭМ в зависимости от их физико-механических свойств, и в совершенствовании технологического процесса центробежной очистки [2].

Материалы и методы. Как показал анализ литературных источников, чистые топлива и масла являются ньютоновскими жидкостями. Реологических моделей загрязненных топлив и масел в литературе не приводится. Реологические свойства очищаемого материала влияют на процесс осаждения частиц загрязнений, гидродинамику внутрироторного потока материала при центробежной очистке. С целью определения реологической зависимости $\tau = f(D)$ было проведено экспериментальное исследование реологических свойств загрязненных эксплуатационных материалов. Исследования проводились в соответствии с ГОСТ 1929-87 на ротационном вискозиметре ВСН-3 с применением термостатирования исследуемой жидкости. При проведении эксперимента было использовано 11 образцов отработанных автомобильных моторных и трансмиссионных масел, 8 образцов не бывших в эксплуатации масел (моторные, трансмиссионные, гидравлическое, трансформаторное, вакуумное), а также 6 образцов дизельных топлив. Вязкость каждого образца масла определялась в температурном диапазоне от 30 до 80 °С, для топлив - в температурном диапазоне от 20 до 60 °С. При определении вязкости масел константа вискозиметра составляла: $K = 171,1 \text{ мПа} \cdot \text{с} \cdot \text{об}/(\text{град} \cdot \text{мин})$. При определении вязкости маловязких масел (гидравлическое, трансформаторное, вакуумное) и топлив для уменьшения погрешности измерения использовалась пружина вискозиметра меньшей жесткости, константа вискозиметра была равна $K = 26,4 \text{ мПа} \cdot \text{с} \cdot \text{об}/(\text{град} \cdot \text{мин})$.

Полученные углы закручивания пружины вискозиметра для исследованных 25 образцов эксплуатационных материалов.

Экспериментальные данные аппроксимировались линейной и степенной зависимостями с помощью метода наименьших квадратов. После аппроксимации выбиралась та зависимость, для которой среднеквадратичное отклонение было минимальным.

Предположим, что функция $\tau = f(D)$ - линейная и описывается уравнением $\tau = \tau_0 + \mu \cdot D$. Тогда коэффициенты τ_0 и μ определяются из уравнений (1) и (2):

$$\tau_0 = \frac{\sum \tau_i \cdot \sum D_i^2 - \sum (\tau_i \cdot D_i) \cdot \sum D_i}{m \cdot \sum D_i^2 - (\sum D_i)^2}, \quad (1)$$

$$\mu = \frac{m \cdot \sum (\tau_i \cdot D_i) - \sum D_i \cdot \sum \tau_i}{m \cdot \sum D_i^2 - (\sum D_i)^2}, \quad (2)$$

где m - количество данных.

Среднеквадратичное отклонение:

$$\sigma = \sqrt{\sum (\tau_i - \tau_0 - \mu \cdot D_i)^2}, \quad (3)$$

В случае, если функция $\tau = f(D)$ - степенная и описывается уравнением $\tau = k \cdot D^n$, то значения k и n находятся по формулам (4) - (6).

$$k_1 = \frac{\sum T_i \cdot \sum \Gamma_i^2 - \sum (T_i \cdot \Gamma_i) \cdot \sum \Gamma_i}{m \cdot \sum \Gamma_i^2 - (\sum \Gamma_i)^2}, \quad (4)$$

$$n = \frac{m \cdot \sum (T_i \cdot \Gamma_i) - \sum T_i \cdot \sum \Gamma_i}{m \cdot \sum \Gamma_i^2 - (\sum \Gamma_i)^2}, \quad (5)$$

$$k = 10^{k_1}, \quad (6)$$

где $T = \lg \tau$,

$\Gamma = \lg D$.

Среднеквадратичное отклонение:

$$\sigma = \sqrt{\sum (\tau_i - k \cdot D_i^n)^2}. \quad (7)$$

По результатам вычислений было установлено, что описать поведение отработанного автомобильного масла в процессе деформации можно уравнением Оствальда де Виля (3), т.е. исследованные отработанные моторные и трансмиссионные масла являются неньютоновскими псевдопластичными жидкостями. Аппроксимация экспериментальных данных не эксплуатировавшихся масел и топлив подтвердила ньютоновскую реологическую модель.

Физической характеристикой псевдопластичной жидкости является кажущаяся вязкость μ_A , определяемая формулой 8:

$$\mu_A = \frac{\tau}{D} = k \cdot D^{n-1}. \quad (8)$$

где k - мера консистенции, Па·с;

n - индекс течения.

Индекс течения характеризует степень неньютоновского поведения материала, чем больше n отличается от единицы, тем отчетливее неньютоновские свойства. Индекс течения n изменяется от 0,9 до 0,98 [3]. Данное различие в индексе течения исследованных образцов объясняется различием в степени их загрязнения (объемным содержанием частиц загрязнений в масле). Известно, что чем больше механических загрязнений в ньютоновской жидкости, тем больше ее реологические свойства отличаются от ньютоновских [4].

Физическое толкование псевдопластичности отработанных автомобильных масел заключается в том, что с возрастанием скорости сдвига асимметричные частицы загрязнений постепенно ориентируются своими большими осями вдоль направления потока. Кажущаяся вязкость будет убывать с ростом скорости сдвига до тех пор, пока сохраняется возможность дальнейшей ориентации частиц вдоль линий тока, затем кривая становится линейной. В связи с этим, создание дополнительного сдвига слоев материала при центрифугировании отработанных автомобильных масел позволит производить ориентировку частиц загрязнений вдоль линий тока, тем самым, снижая эффективную вязкость очищаемой масляной суспензии. Снижение вязкости приведет к увеличению скорости осаждения частиц загрязнений, повышению производительности центрифуги и повышению качества разделения. Таким образом, возникает необходимость определения реологической модели очищаемого данного эксплуатационного материала перед проведением очистки.

Полученные результаты экспериментальных исследований предлагается использовать при разработке различных видов очистителей масла (центрифуги, фильтры), при расчете величины смазочного слоя и в других случаях, когда необходимо учитывать реологические свойства загрязненных масел.

Заключение. Полученные результаты экспериментальных исследований предлагается использовать при разработке различных видов очистителей масла (центрифуги, фильтры), при расчете величины смазочного слоя и в других случаях, когда необходимо учитывать реологические свойства загрязненных масел.

Список использованных источников

1. Исследование изменений трибологических свойств моторных, трансмиссионных и компрессорных масел во время эксплуатации автомобилей / Д. В. Доровских, Ю. Е. Глазков, И. Ю. Доровских, М. М. Глазкова // Современная наука: теория, методология, практика : Материалы 2-ой Всероссийской (национальной) научно-практической конференции, Тамбов, 28–29 мая 2020 года. – Тамбов: Издательство ИП Чеснокова А.В., 2020. – С. 196-199.
2. Доровских, Д. В. Исследование влияния очистки масла на ресурс дизельных двигателей / Д. В. Доровских, И. Ю. Доровских // Повышение эффективности использования ресурсов при производстве сельскохозяйственной продукции - новые технологии и техника нового поколения для АПК : Сборник научных докладов XX Международной научно-практической конференции, Тамбов, 26–27 сентября 2019 года. – Тамбов: Студия печати Галины Золотовой, 2019. – С. 194-197.
3. Дериватографические исследования изменений свойств дизельного моторного масла в процессе эксплуатации / Д. В. Доровских, Ю. Е. Глазков, И. Ю. Доровских, М. М. Глазкова // Современная наука: теория, методология, практика : Материалы 1-ой Всероссийской (национальной) научно-практической конференции, Тамбов, 26–27 ноября 2019 года. – Тамбов: Издательство Першина Р.В., 2019. – С. 216-220.
4. Топливо, смазочные материалы и технические жидкости : учебное пособие для студентов специальностей 110301 и 110304 / О. А. Клейменов, С. А. Нагорнов, В. Д. Прохоренков [и др.] ; Тамбовский государственный технический университет. – Тамбов : Тамбовский государственный технический университет, 2008. – 304 с. – ISBN 9785826507414.

УДК 621.892.8

73.31.09: Эксплуатационные материалы на автомобильном транспорте

ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОВ И СПОСОБОВ ОЧИСТКИ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ И ВЫБОР ПРИЕМЛЕМОГО СПОСОБА

Сивальнев Д.В.,

ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», магистрант, ул. Мичуринская, 112, корп. Д, г. Тамбов, Тамбовская область, 392032, Россия, e-mail: dmitrivalnev3826@mail.ru

Привалов А.А.,

ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет» - магистрант, ул. Мичуринская, 112, корп. Д, г. Тамбов, Тамбовская область, 392032, Россия

Введение. Различают несколько способов фильтрования эксплуатационных жидкостей, а именно: механический, гидродинамический, магнитный, центробежный. Механический способ фильтрации. На сегодняшний день в большинстве отраслей промышленности решена задача достижения высокого уровня очистки жидкостей от механических примесей. В настоящее время существует большое разнообразие устройств, предоставляющих возможность доказать загрязненную гидравлическую жидкость до такого уровня качества, который будет отвечать самым строгим потребностям. Эти устройства, с некоторой долей условности, принято называть механическими фильтрами. Сейчас выпускают механические фильтры для очистки от механических частиц примеси с достаточно высокой тонкостью фильтрации (до 0,5 микрон).

Материалы и методы.

На сегодняшний день существует несколько современных производителей фильтрующих элементов и фильтровального оборудования. Один из таких производителей - «Закрытое акционерное общество «Уралтехфильтр-Инжиниринг» (ЗАО «УТФИ») созданное в 2000 году в городе Екатеринбурге как узкоспециализированное предприятие, основными видами деятельности которого стали – разработка и производство фильтрующих элементов для технологической фильтрации газообразных и жидких сред. В качестве фильтратора используются материалы на основе войлока, целлюлозы, металлических сеток и т.д.

Что касается аналогичных иностранных производителей, то, компания из США «Stanadynе Corporation» выпускает фильтры серии Hydraulic filters, рассчитанные для грузовиков различной грузоподъемности, а также для военных, строительных и других машин. Их фильтры грубой очистки производят из нейлона и бумаги с тонкостью фильтрации 10 ... 150 мкм, а фильтры тонкой очистки - со специально произведенного бумаги с тонкостью очистки 2 ... 5 мкм. Кроме представленных компаний

существует большое количество производителей аналогичной продукции Hydac (Германия), Filtrec (Италия), Parker Filtration (США), Donaldson Company, Inc (США) и другие. Ассортимент этих производителей достаточно востребован на рынке машиностроения.

Гидродинамический способ фильтрации эксплуатационных жидкостей.

Высокий уровень загрязненности окружающей среды, дефицит надежных средств герметизации емкостей, в которых хранятся и транспортируются рабочие жидкости, и наряду с этим высокие требования к чистоте рабочих жидкостей, преимущественно при высоких рабочих давлениях в гидросистемах, требуют поиска более новых путей очистки рабочих жидкостей от примесей.

Для решения проблемы очистки гидравлических жидкостей предложено использование гидродинамических фильтров, которые работают за счет гидродинамического эффекта очистки.

Гидродинамический способ очистки был впервые предложен профессором Финкельштейном Зельман Лазарович. Под гидродинамическим способом очистки понимают такого рода схему фильтрации, когда механическим частицам примеси, присутствующие в жидкости, в окрестности вращающегося пропускающего фильтроэлемента добавляется касательная к его поверхности относительная скорость [1].

Если рассматривать отношение касательной составляющей скорости частицы примеси относительно вращающегося пропускающего фильтроэлемента нормальной (радиальной) составляющей (рисунок 1), что определяет скорость фильтрования, то можно увидеть линейную зависимость связанную с гидродинамическим эффектом. Чем больше это отношение, тем более гидродинамический эффект очистки, который заключается в постоянном удалении примеси и повышению тонкости фильтрации в том смысле, что через отверстия поверхности фильтроэлемента не проходят частицы с диаметром dp меньше, чем диаметры самых отверстий.

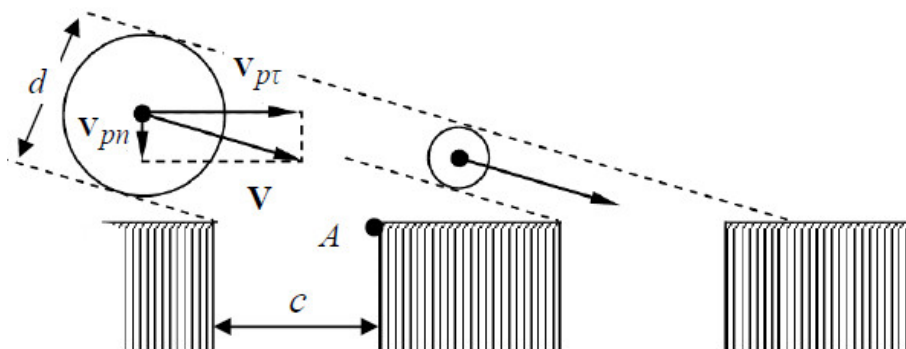


Рисунок 1 - Схема гидродинамического фильтрации

С помощью более простой модели гидродинамической очистки можно рассчитать, при каком соотношении нормальной и касательной скорости сферическая частица примеси диаметром dp не проходит сквозь отверстие диаметром c .

В работе [2] отмечено, что для тонкости фильтрации, то есть диаметра частицы, равной 1/3 диаметра отверстия проницаемой поверхности фильтроэлемента гидродинамического фильтра, необходимо сбрасывать на слив 15 ... 20% жидкости поступающей через входной патрубок фильтра, для реализации гидродинамического фильтрации.

Таким образом, для тонкости фильтрации, что составляет 1/3 диаметра отверстия, нужно, чтобы касательная по отношению к проницаемой поверхности фильтроэлемента скорость сферической частицы примеси была, как минимум, в 6 раз больше нормальной.

Эффект гидродинамической очистки базируется на том, что сферическая частица примеси принимает участие в движении относительно проницаемой поверхности фильтроэлемента и вдоль оси отверстия. Если вектор результирующей скорости центра тяжести частицы примеси, который зависит от касательной скорости продольного потока и радиальной скорости параллельной оси отверстия, пройдет выше грани отверстия (рисунок 1 точка A), то частица не пройдет в отверстие. В противном случае частица пройдет сквозь отверстие фильтрующей поверхности в фильтрат. Эффект гидродинамического фильтрации, при котором возможна сепарация частиц, диаметр которых меньше диаметров отверстий, является базовым принципом работы гидродинамических фильтров.

Сегодня испытанным и работающим является гидродинамический непроточный фильтр, в котором реализуется процесс самоочистки фильтрующей поверхности. Самоочистка происходит за счет, указанной выше, касательной скорости до проницаемой поверхности фильтроэлемента, которую

передает поток несущей жидкости, очищается, механическим частицам примеси [1].

В приведенном выше примере реализации гидродинамического эффекта фильтрации, было отмечено, что в гидродинамических фильтрах, определенный объем жидкости, который насыщен большим количеством частиц примеси, минуя линию очищенной жидкости сбрасывается на слив.

При фильтровании жидкость, которая содержит примеси, заходит через входной патрубок в рабочую область фильтра (область между корпусом и неподвижным проницаемым фильтроэлементом). Затем определенный объем жидкости проходит через вращающуюся поверхность фильтроэлемента, очищается от загрязнений и попадает в рабочую систему, а вторая часть объема сбрасывается через выходные патрубки в корпусе (рисунок 2).

Количество жидкости сбрасывается, влияет на тонкость фильтрации. В свою очередь объем жидкости сбрасывается, регулируется с помощью дросселя.

С уменьшением отношения отфильтрованной жидкости, наполняет гидросистему, в жидкости, которая идет на слив, обогащенная механическими частицами примеси, увеличивается тонкость фильтрации при прочих равных условиях.

Расхода жидкости при эксплуатации непроточных гидродинамических фильтров можно ограничить или вообще устранить путем возвращения свергнутого потока обратно на вход фильтра.

Непроточные гидродинамические фильтры через несложную конструкцию и незначительный гидродинамическое сопротивление, имеют наиболее распространенный спрос по сравнению с другими гидродинамическими фильтрами [3].

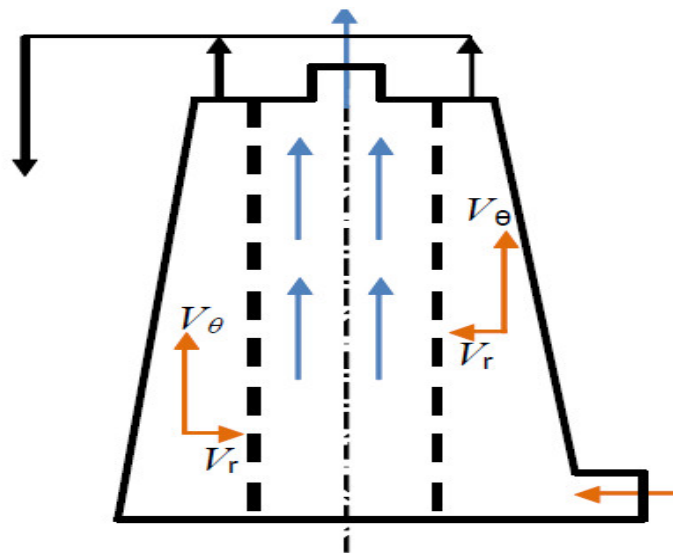


Рисунок 2 - Схема гидродинамического непроточного фильтра

Непроточные гидродинамические фильтры эксплуатируются в замкнутых гидросистемах, в которых подкачивающий насос постоянной нагрузки, что сбрасывает определенный объем жидкости на слив гидросистемы с дроссельным регулированием скорости исполнительного органа системы прокачки дефицитных жидкостей.

Кроме непроточных к гидродинамическим фильтрам относятся также проточные, которые функционируют по подобной схеме гидродинамической очистки, но они лишены такого недостатка, как сброс части жидкости на слив.

Сейчас существует несколько конструкций проточных фильтров. Известны усовершенствованные схемы фильтра с вращающимся пакетом дисковых фильтроэлементов, в которых за счет усложнения конструкции обеспечивается, вынуждена циркуляция жидкости в меж дисковых зазорах от центра к периферии. Кроме вращательного движения фильтровальной перегородки, известные схемы, в которых фильтроэлемент совершает возвратно поступательное движение в жидкости, очищается. В этом варианте движение фильтроэлемента происходит за счет чередования подачи и выпуска сжатого воздуха в пневмокамеру, образованную днищем фильтроэлемента и гибкой диафрагмой.

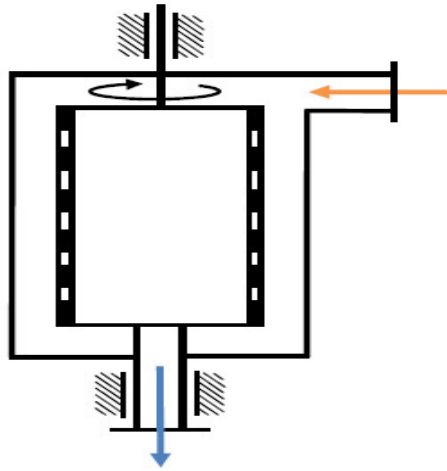


Рисунок 1.3 - Схема гидродинамического проточного фильтра

Гидродинамический эффект очистки в ротационном фильтре осуществляется в результате вращательного движения проницаемой поверхности фильтроэлемента относительно очищаемой жидкости, которая попадает в рабочую полость между корпусом и фильтроэлементом. В загрязненной жидкости из частиц примеси относительно поверхности фильтроэлемента появляются большие значения касательной скорости вследствие закрутки жидкости.

Конструкция гидродинамического полнопоточного, или по другому ротационного, фильтра имеет потенциальный ресурс, который способен организовать значительно больше скорости потока жидкости относительно проницаемой поверхности фильтроэлемента без слива определенного объема жидкости [4].

По сравнению с центробежным фильтром в ротационном фильтровании реализуется не с помощью сил инерции, действующих на механическую частицу примеси, а вследствие относительного движения жидкости и механических примесей и действия гидродинамических сил. Однако инерционные силы при определенных условиях тоже играют некоторую роль, поскольку способствуют движению частиц от вращающейся поверхности к периферии, а также способствуют их коагуляции.

В гидродинамическом непроточном фильтре благодаря формированию продольного движения жидкости в осевом направлении возможно создать 3-разовое повышение тонкости фильтрации по отношению к размеру отверстий фильтрующей поверхности. Но в отличие от непроточного в проточном ротационных фильтрах реализация касательной скорости относительно поверхности фильтроэлемента в окружном направлении намного больше.

В настоящее время в работах [1, 2, 3] рассмотрено большое количество вопросов, связанных с исследованиями в ротационных фильтрах: гидродинамика течения, теплообмен, гидравлические потери, режимы работы устройства, движение механических частиц и т.д.

Конструкция проточных гидродинамических или ротационных фильтров имеет целый ряд преимуществ, которые делают их одними из самых перспективных способов уменьшения себестоимости отстранения от гидравлических жидкостей механических частиц примеси.

Однако опыт эксплуатации показывает, что главное преимущество - сепарацию частиц в несколько раз меньше, чем диаметр отверстий фильтроэлемента, сейчас можно назвать только как потенциальную, так как в реальных условиях она не выполняется в полном объеме. Устранение отмеченного недостатка открывает широкую перспективу эксплуатации полнопоточных гидродинамических фильтров, поскольку, как указано выше, они представляют собой достаточно универсальное устройство для удаления механических частиц примеси.

По сравнению с фильтроэлементом в виде пакета дисков (рисунок 4), цилиндрический фильтроэлемент характеризуется одинаковыми значениями окружной скорости, как основного фактора гидродинамической очистки, для всей поверхности фильтровальной перегородки. Фильтры, в которых имеет место колебательное, в частности, возвратно-поступательное движение фильтроэлемента имеют достаточно сложную конструкцию. Кроме того их работа сопровождается вибрацией. Поэтому изготовление и эксплуатация такого фильтра больших размеров и производительности проблематично. Следует отметить, что применение таких фильтров может быть весьма удачным решением для очистки вязких жидкостей, быстро сгущаются, в ситуациях, когда частицы примесей в суспензии имеют склонность к налипанию на поверхность фильтроэлемента.

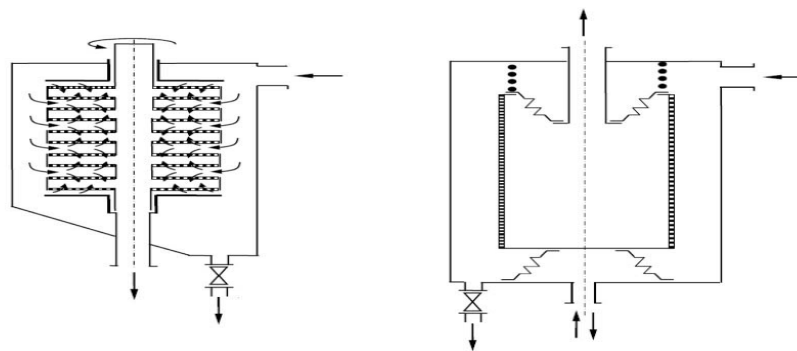


Рисунок 4 - Схема фильтра с вращающимся фильтроэлементом в виде пакета дисков и фильтра с возвратно-поступательным движением фильтроэлемента

Большой интерес, по целому ряду причин, представляют фильтры с вращающимся цилиндрическим фильтроэлементом. Во-первых, эти фильтры проще по конструкции, чем другие проточные гидродинамические фильтры. Во-вторых, вблизи вращающегося цилиндра формируется поле объемных центробежных сил, которое является дополнительным фактором, способствующим скольжению фаз и улучшает коагуляцию мелких частиц. Есть также основания рассматривать возможность устранения контакта с поверхностью фильтроэлемента определенного количества частиц, является резервом повышения надежности и ресурса работы фильтра.

Эти достаточно очевидные преимущества, как и ряд других, которые были упомянуты ранее, привлекают внимание к фильтрам с фильтроэлементами в виде вращающегося пропускающего цилиндра. Есть успешно работающие образцы подобных фильтров. Однако применение этих фильтров сдерживает одно существенное обстоятельство - ограниченный характер повышения тонкости очистки с ростом угловой скорости вращения. В случае преодоления этих ограничений, хотя бы частично, фильтры с вращающимся проницаемым цилиндром имеют очень большие перспективы в качестве устройств механической очистки жидкостей, которые способны внести весомый вклад в решение широкого круга задач, по очистке жидкостей в промышленности.

Заключение.

В настоящее время не вызывает сомнения актуальность обеспечения качества эксплуатационных материалов и повторного использования регенерированных отработанных масел, что невозможно при наличии в них механических загрязнений. Наиболее эффективным для отделения механических примесей от эксплуатационных материалов является физический процесс центробежной очистки, что обуславливает выбор объекта исследования. Причем для обеспечения наиболее качественной очистки эксплуатационных материалов от загрязнений предпочтение необходимо отдавать тонкослойному центрифугированию.

Список использованных источников

1. Исследование изменений трибологических свойств моторных, трансмиссионных и компрессорных масел во время эксплуатации автомобилей / Д. В. Доровских, Ю. Е. Глазков, И. Ю. Доровских, М. М. Глазкова // Современная наука: теория, методология, практика : Материалы 2-ой Всероссийской (национальной) научно-практической конференции, Тамбов, 28–29 мая 2020 года. – Тамбов: Издательство ИП Чеснокова А.В., 2020. – С. 196-199.
2. Доровских, Д. В. Исследование влияния очистки масла на ресурс дизельных двигателей / Д. В. Доровских, И. Ю. Доровских // Повышение эффективности использования ресурсов при производстве сельскохозяйственной продукции - новые технологии и техника нового поколения для АПК : Сборник научных докладов XX Международной научно-практической конференции, Тамбов, 26–27 сентября 2019 года. – Тамбов: Студия печати Галины Золотовой, 2019. – С. 194-197.
3. Дериватографические исследования изменений свойств дизельного моторного масла в процессе эксплуатации / Д. В. Доровских, Ю. Е. Глазков, И. Ю. Доровских, М. М. Глазкова // Современная наука: теория, методология, практика : Материалы 1-ой Всероссийской (национальной) научно-практической конференции, Тамбов, 26–27 ноября 2019 года. – Тамбов: Издательство Першина Р.В., 2019. – С. 216-220.
4. Топливо, смазочные материалы и технические жидкости : учебное пособие для студентов специальностей 110301 и 110304 / О. А. Клейменов, С. А. Нагорнов, В. Д. Прохоренков [и др.] ; Тамбовский государственный технический университет. – Тамбов : Тамбовский государственный технический университет, 2008. – 304 с. – ISBN 9785826507414.

ОСОБЕННОСТИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ОПЕРАЦИЙ ОЧИСТКИ ЗЕРНА И СЕМЯН

Анашкин А.В.,

ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт использования техники и нефтепродуктов в сельском хозяйстве», к.т.н., ведущий научный сотрудник лаборатории Управления качеством технологических процессов в сельском хозяйстве, av-anashkin@mail.ru

Альшинайкин Х.Д.Д.,

ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт использования техники и нефтепродуктов в сельском хозяйстве», ведущий конструктор лаборатории Управления качеством технологических процессов в сельском хозяйстве, haiderjjsh2000@yahoo.com

Мировое производство зерновых культур имеет тенденцию роста. В 2019 году его объем составил 2721 млн. тонн, что превысило мировой объем производства зерна в 2018 году на 64,6 млн. тонн (2,4 %) [1]. В результате этого роста и увеличения мирового спроса на зерно возникает необходимость развития и модернизации отрасли очистки и переработки зерна, чтобы идти в ногу с потребностями и обеспечить качество и сохранность выращенного урожая зерновых.

В свежесобранном зерне содержится большое количество примесей, таких, как семена сорных растений, зерна других сельскохозяйственных культур, поврежденные зерна основной культуры, сорные примеси. Необходимость своевременной очистки свежесобранного зерна имеет колоссальное значение и связано в первую очередь с высокой биологической активностью и повышенной влажностью органических сорных примесей, что при хранении неочищенного зернового вороха приводит к интенсивному дыханию, самосогреванию и быстрой порче и потере урожая. При подработке зерна помимо удаления примесных компонентов, происходит некоторое снижение влажности зернового вороха, что благоприятно сказывается при его дальнейшем хранении. Кроме того, очищенному зерну присваивается более высокий класс качества [2], за счет чего сельхозпредприятия могут реализовать его по более выгодным ценам, что существенно увеличивает рентабельность производства зерновых культур.

Очистка зерна является одним из сложнейших технологических процессов при его производстве [3, 4]. Данный процесс подразделяется на определенное количество этапов, каждый из которых имеет конкретную цель, а также предполагает использование особого технологического оборудования. В общем виде технологический процесс очистки зерна и семян можно представить в виде схемы, рисунок 1.



Рисунок 1 – Схема технологического процесса обработки зерна и семян

Основными технологическими операциями, обеспечивающими качество получаемой продукции являются – предварительная, первичная и вторичная очистка зерна [5-7].

Очистка зерна после уборки осуществляется на специализированных поточных линиях, зерноочистительных агрегатах или самопередвижных зерноочистительных машинах. Зерноочистительные линии и агрегаты представляют собой сложные, в подавляющем большинстве случаев многоканальные технологии. В их состав входят зерноочистительные машины, совмещающие разные принципы разделения зерновых материалов, перевалочное оборудование, накопительные и промежуточные бункера, электрооборудование, вспомогательное оборудование, комплект зернопроводов. Состав зерноочистительных машин может быть разнообразным и включать машины для предварительной, первичной и вторичной очистки зерна или часть из них. Комплектация оборудования зависит от требуемого уровня чистоты получаемого зерна или семян, требуемой производительности, связанной с сезонным объемом подработки зерна, материальных возможностей сельхозпредприятия и предпочтений его руководства.

Самопередвижные зерноочистительные машины не обеспечивают высокого качества очистки зерна, сопоставимого с зерноочистительным агрегатом, однако имеют огромное значение при перелопачивании зернового вороха на току при больших объемах убранных зерна, которые могут многократно превышать пропускную способность агрегата.

Предварительная очистка свежесобранного зернового вороха осуществляется машинами предварительной очистки зерна и должна обеспечивать оперативное выделение примесей из зернового вороха. Эти машины должны иметь производительность в 2-3 раза выше по сравнению с машинами и оборудованием на последующих технологических этапах, чтобы выделить максимальное количество сорных примесей, особенно органического происхождения при минимальных потерях полноценного зерна. В соответствии с агротехническими требованиями эти машины должны очищать ворох с влажностью до 35%, и содержанием сорной примеси до 20%, в том числе фракции солоmistых примесей до 5%. В процессе очистки должно быть выделено не менее 50% сорных примесей.

При этом в очищенном материале допускается содержание солоmistых примесей длиной частиц до 50 мм не более 0,2%. Не должно быть более длинных солоmistых примесей. Потери полноценного зерна в отходы с легкими, крупными и мелкими примесями не должны превышать 0,05% для воздушных и 0,2% для воздушно-решетных машин.

Для предварительной очистки используются зерноочистительные машины МПО-50, МПО-100, МПУ-70, ЗД-10.000, Alfa-50, Alfa-100, скальператоры.

При первичной очистке зерновая смесь разделяется на основную (продовольственную), фуражную (щуплые и мелкие зерна основной культуры) фракции и неиспользуемые отходы. Зерновая масса, поступающая на первичную очистку, должна иметь влажность не выше 18% и содержать сорной примеси не более 10%. После обработки в зерне не должно содержаться более 3% примесей. В фуражные отходы потери зерна не должны превышать 1,5%, а в сорные примеси – 0,5% от массы зерна основной культуры в исходном ворохе. Допускается дробление зерна на уровне 0,1%. Технологическая эффективность выделения крупных, мелких и легких примесей зерноочистительной машиной должна составлять не менее 60%. Для первичной очистки сегодня используются машины ЗВС-20А, ОВС-25, БЦМ-50, МЗС-25М, СВТ-40, ОЗФ-80/40/20.

Вторичная очистка зерна и сортирование предполагает обработку зерна, прошедшего первичную очистку. При обработке зерна семенного назначения необходимо доводить его до норм чистоты посевных категорий ЭС, РС и РСт [8]. Этого можно добиться при использовании воздушно-решетных машин при соответствующих режимах работы и технологических настройках, за исключением случаев засоренности исходного материала трудноотделимыми примесями. При вторичной очистке зерносмесь разделяется на четыре фракции: семена, фуражное зерно на кормовые цели, легкие и крупные примеси, мелкие примеси. Влажность зерна перед вторичной очисткой должна быть не выше 18%, общее содержание примесей не более 8%, в том числе сорной – не более 3%.

Полнота выделения примесей должна быть не менее 80%, потери семян основной культуры во все примесные фракции не должны превышать 5%, а попадание полноценных семян в фуражную фракцию должно быть не более 3% от массы семян основной культуры в исходном материале. При этом допускается дробление семян в пределах 0,1%. Если после обработки зерна воздушно-решетными машинами не достигнуты необходимые требования по чистоте материала из-за наличия трудноотделимых примесей, то зерно дополнительно очищают триерными блоками либо используют специальные машины, например, пневмосортировальные столы, фотосепараторы [9]. После триерования получают три фракции: очищенное зерно, короткие и длинные примеси.

При этом при обработке зерна продовольственного назначения потери полноценного зерна в отходах не должны превышать 0,5%, а при очистке семян – 3% от их массы в исходном материале.

Для вторичной очистки используются машины МС-4,5С, МВУ-1500, ОЗФ-50, ОЗФ-80, ЗАВ-10.90.000А, БТЦ-700, БТМ-800-8 и др.

При первичной и вторичной очистке зерна в многоканальных зерноочистительных агрегатах возникает проблема, существенно ограничивающая эффективность использования агрегата. При параллельно работающих зерноочистительных машинах поток зерна, подаваемый загрузочной норией должен быть разделен на 2-6 равных частей, в зависимости от числа каналов реализации конкретной технологии. Средствами, входящими в состав существующих агрегатов (тройники, флажковые и тарельчатые делители), достичь качественного деления потока зерна невозможно. Из-за этого при работе параллельно работающих воздушно-решетных машин одна из них оказывается недогруженной, на другую подается поток зерна, превышающий ее номинальную производительность. В первом случае наблюдается снижение производительности, во втором – возникает вероятность потерь в отходы зерна основной культуры сходом с колосового решета, снижается качество аспирации и очистки зерна от мелких примесей. В случае ограничения подачи зерна для оптимальной работы перегруженной машины снижается общая производительность зерноочистительного агрегата.

При использовании триерных блоков эта проблема стоит еще более остро, практически исключая их работоспособность.

Обеспечить высокую эффективность использования многоканальной зерноочистительной технологии возможно только в случае включения в ее состав эффективных средств управления массовыми потоками, разработанных ФГБНУ ВНИИТиН [10-14]. Семейство авторегулируемых делителей потока зерна обеспечивает высокую точность деления потока на необходимое количество равных частей без применения средств автоматики, гарантируя регламентированную загрузку зерноочистительных машин по производительности.

Одним из важных процессов зернового производства является хранения зерна и семян. При этом важно непрерывно следить за условиями хранения зерна, контролировать его влажность и температуру. Необходимо своевременно выявлять потенциальные проблемы, связанные с заражением зерна вредителями и болезнями во время хранения.

Список использованных источников

1. FAO Cereal Supply and Demand Brief [Электронный ресурс] – <http://www.fao.org/worldfoodsituation/csdb/en>.
2. ГОСТ 9353-2016. Пшеница. Технические условия. – Введ. 2018-07-01. – М.: Стандартинформ, 2016. – 12 с.
3. Тишанинов, Н.П. Вариантный метод оценки эффективности использования технологий обработки зерна / Н.П. Тишанинов, В.А. Ветров, А.В. Анашкин // Наука в центральной России. – 2013. – № 1. – С. 24-30 (28-34).
4. Тишанинов, Н.П. Анашкин А.В. Новые резервы управления качеством очистки зерна / Н.П. Тишанинов, А.В. Анашкин / Научно-технический прогресс в сельскохозяйственном производстве. Материалы международной научно-технической конференции, Минск, 2013, Том 1, С. 266-272.
5. Федоренко, В.Ф., Зерноочистка – состояние и перспективы. / В.Ф. Федоренко, Е.П. Ревякин – М.: ФГНУ «Росинформагротех». – 2006. – 204 с.
6. Бодртдинов, А.З. Послеуборочная обработка зерна и семян. – Казань. – 2001. – 80с.
7. Трубилин, Е.И. Механизация послеуборочной обработки зерна и семян / Е.И. Трубилин, Н.Ф. Федоренко, А.И. Тлишев. – Краснодар. – 2009. – 96 с.
8. ГОСТ 52325-2005 Семена сельскохозяйственных растений. Сортвые и посевные качества. Общие технические условия [Текст]. – Введ. 2005-03-23. – М.: Стандартинформ, 2009. – 20с.
9. Мяснянкин, К.В. Применение фотосепаратора для очистки гречихи / К.В. Мяснянкин, А.П. Тарасенко // Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика. – 2014. – Т. 2. – № 3-4 (8-4). – С. 439-442.
10. Патент РФ № 2520341. Устройство для разделения потока сыпучих материалов / Тишанинов Н.П., Анашкин А.В., Тишанинов К.Н. – Заявка № 2012145368/13 от 24.10.2012. Оpubл.: 20.06.2014. – Бюл. № 17.
11. Патент РФ № 2490863. Устройство для разделения потока сыпучих материалов / Тишанинов Н.П., Анашкин А.В., Тишанинов К.Н., Растюшевский К.А. . – Заявка № 2012113182/13 от 04.04.2012. Оpubл.: 27.08.2013. – Бюл. № 24
12. Тишанинов, Н.П. Новые делители потока сыпучих материалов / Н.П. Тишанинов, А.В. Анашкин, К.Н. Тишанинов // Наука в центральной России. – 2013. – № 1. – С. 30-36.
13. Тишанинов, Н.П. Многоканальные делители потока зерна / Н.П. Тишанинов, А.В. Анашкин // Сельский механизатор. – 2015. – № 8. – С. 40.
14. Тишанинов, Н.П. Модернизация импортных зерноочистительных технологий / Н.П. Тишанинов, А.В. Анашкин // Наука в центральной России. – 2019. – № 4 (40). – С. 12-18.

ФАКТОРЫ, ОБУСЛАВЛИВАЮЩИЕ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРОЦЕССОВ УБОРКИ, ТРАНСПОРТИРОВКИ И ПРИГОТОВЛЕНИЯ КОРНЕПЛОДОВ

Капустин В.П.,

ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет»,
д.т.н., профессор кафедры «Агроинженерия»,
e-mail: prof@yandex.ru

Брусенков А.В.,

ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет»,
доцент кафедры «Агроинженерия»,
e-mail: aleksei_brusenkov@mail.ru

Эффективность функционирования процессов определяется своевременностью и полнотой уборки и транспортировки корнеплодов к местам хранения, очистки их от загрязнений, измельчения, при необходимости смешивания с другими кормами и раздачи крупному рогатому скоту и характеризуется степенью отклонения фактических показателей от допустимых агро- и зоотехнических требований [1,2,3,4].

Основные показатели эффективности – производительность, затраты труда, материалоемкость, степень очистки – и качества – полнота уборки, загрязненность корнеплодов после доставки с поля или хранилища, степень очистки от загрязнений, измельчение, смешивание, надежность процессов зависят от многих групп факторов [5,6,7,8,9], классификация которых представлена на рисунке 1.

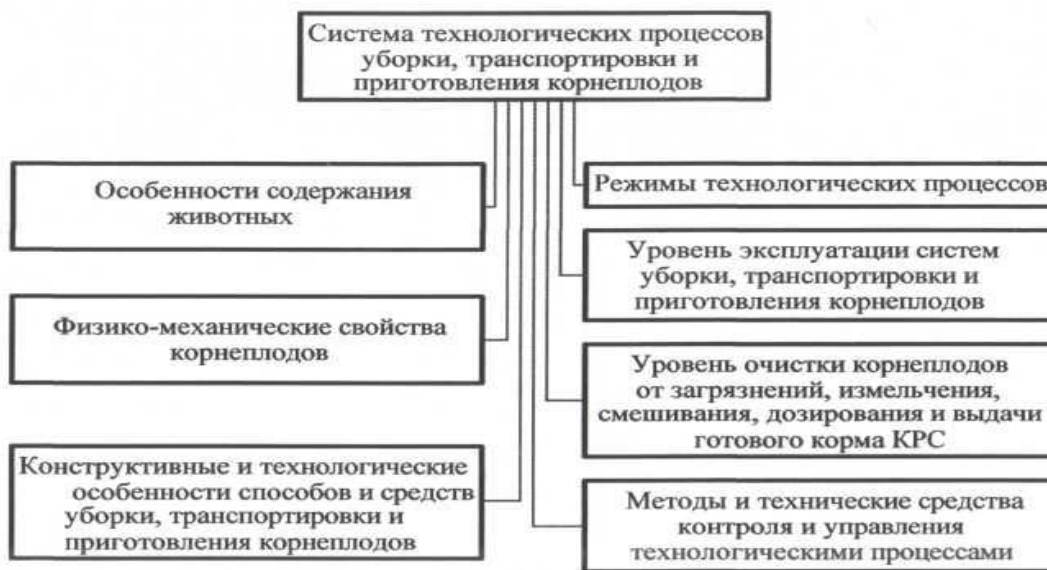


Рисунок 1 – Факторы, влияющие на эффективность технологических процессов уборки, транспортировки и приготовления корнеплодов

Рассмотрим структуру каждой группы факторов.

Группа 1. Особенности содержания животных: вид и возраст животных; тип содержания и кормления; способы очистки корнеплодов, их измельчения, смешивания и раздачи; потери кормов.

Группа 2. Физико-механические свойства корнеплодов и качество их измельчения, смешивания и выдачи крупному рогатому скоту: влажность; температура; размерные характеристики; фракционный состав; объёмная масса; насыпная плотность; усилие разрушения.

Группа 3. Конструктивные и технологические особенности способов и средств уборки, транспортировки и приготовления (мойки, измельчения, смешивания, дозирования и раздачи) корнеплодов: производительность; технологические возможности (при каких параметрах корнеплодов могут работать устройства); сложность и трудоёмкость управления процессами; конструктивная надёжность процессов.

Группа 4. Режимы технологических процессов: соответствие устройств физико-механическим свойствам корнеплодов; нарушения технологического процесса отдельными элементами системы; режимы работы транспортирующих и питающих устройств.

Группа 5. Уровень эксплуатации систем уборки, транспортировки и приготовления корнеплодов: рациональный выбор способов и средств уборки, транспортировки и приготовления; своевременность технического обслуживания и устранения технических неполадок.

Группа 6. Уровень организации очистки корнеплодов от загрязнений, измельчения, смешивания, дозирования и выдачи готового корма крупному рогатому скоту: квалификация рабочих, обслуживающих технические средства; агротехнические и зоотехнические требования.

Группа 7. Методы и технические средства контроля и управления технологическими процессами: наличие научно-обоснованного и практически применимого метода оценки технологической эффективности очистки корнеплодов от загрязнений, измельчения, смешивания, дозирования и выдачи приготовленного корма; наличие технических средств контроля; точность и простота использования технических средств контроля; периодичность контроля и степень охвата технологических процессов, управление технологическими процессами.

Большинство перечисленных факторов можно отнести к управляемым. Зоотехники способны подобрать вид и продуктивность животных, определить тип содержания и кормления. Конструктор может спроектировать помещение для содержания животных с соответствующей планировкой и размерами, при которых подготовленный после мойки корм, будет смешиваться (при необходимости с другими кормами), дозироваться и выдаваться крупному рогатому скоту; рассчитать соответствующие параметры и режимы работы машин для транспортировки и приготовления корнеплодов, увязав их по производительности и качеству получаемого продукта при минимальных затратах труда и энергии, потерь массы и питательных веществ.

Научно-обоснованная стратегия и тактика перехода к уборке, транспортировке и приготовлению корнеплодов крупному рогатому скоту позволит поднять до оптимального уровень управления почти всеми факторами еще на стадии проектирования.

Часть факторов управляема до запуска системы в эксплуатацию, а именно: повышение квалификации операторов и технического состояния устройств, непосредственно в период эксплуатации – обеспечение периодического контроля и управления технологическими процессами; при уборке и транспортировке (повысить качество очистки от посторонних примесей и загрязнений и уменьшить потери); при очистке (уменьшить загрязненность корнеплодов); при измельчении (повысить качество измельчения, то есть их размерные характеристики должны соответствовать зоотехническим требованиям); при дозировании (повысить выдачу измельченного материала непрерывным потоком с определенной скоростью); при смешивании (повысить равномерность перемешивания компонентов корма); осуществить своевременный переход на различные режимы работы устройств. Однако непосредственно в процессе уборки, транспортировки и приготовления корнеплодов, часть факторов, особенно влияющих на выбор способов и средств и показателей их эффективности и качества готового продукта становятся неуправляемыми.

Физико-механические свойства получаемого готового продукта, невозможно изменить также, как и исключить попадание посторонних примесей с поля в хранилища или линию приготовления, уменьшить испарение влаги и других, поэтому многие из перечисленных факторов могут быть лишь учтены при организации, эксплуатации и выборе режимов технологических процессов и так далее. Большое количество факторов, влияющих на эффективность технологических процессов, их сложный характер, различие оценочных критериев значимости, сложные взаимосвязи, делают необходимым системный подход к их изучению.

Список использованных источников

1. Брусенков, А.В. Энергоэффективная технологическая линия приготовления корнеплодов на корм крупному рогатому скоту / А.В. Брусенков, А.С. Иванов, А.А. Белокопытов // Повышение эффективности использования ресурсов при производстве сельскохозяйственной продукции - новые технологии и техника нового поколения для АПК: Сборник научных докладов XX Международной научно-практической конференции, (26-27 сентября 2019 года, г.Тамбов). – Тамбов: Изд-во «Студия печати Галины Золотовой», 2019. – С.126-129.

2. Брусенков, А.В. Факторы, влияющие на хранение сахарной свеклы / А.В. Брусенков, И.А. Струков, В.О. Мякотин // Современная теория: теория, методология, практика: Материалы 2-й всероссийской (национальной) научно-практической конференции, 28-29 мая 2020 года, ФГБОУ ВО «ТГТУ». – Тамбов, Изд-во ИП Чеснокова А.В., 2020. – С.234-238.

3. Брусенков, А.В. Обзор и анализ технических средств для мойки корнеклубнеплодов на животноводческих фермах / А.В. Брусенков, В.О. Мякотин // Современная наука: теория, методология, практика: Материалы 2-й всероссийской (национальной) научно-практической конференции, 28-29 мая 2020 года (ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет»). – Тамбов, Изд-во ИП Чеснокова А.В., 2020. – С.226-231.

4. 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.

5. Брусенков, А.В. Повышение эффективности приготовления корнеклубнеплодов / А.В. Брусенков, И.Е. Ильина // Наука в центральной России: научно-производственный периодич. журнал. – Тамбов: Изд-во ФГБНУ ВНИИТиН Россельхозакадемии, 2019 – №2(38). С.91-97.

6. Брусенков, А.В. К вопросу оптимизации производственных затрат при измельчении корнеклубнепродуктов / А.В. Брусенков, Н.П. Пучков // Формирование организационно-экономических условий эффективного функционирования АПК: сборник научных статей XI Международной научно-практической конференции (Минск, 30-31 мая 2019 года) / редкол.: Г.И. Гануш [и др.]. – Минск: БГАТУ, 2019. – С.104-108.

7. Кузнецов, П.Н. Совершенствование технологии и технических средств для очистки сахарной свёклы в условиях повышенной влажности и почвы: дис. канд. техн. наук: 05.20.01 // Кузнецов Павел Николаевич – Мичуринск-наукоград, 2015. – 149 с.

8. Доровских, В. И. Анализ влияния качества технологических процессов на эффективность производства молока / В. И. Доровских, Д. В. Доровских // Наука в центральной России. – 2018. – № 3(33). – С. 36-41.

9. Доровских, В. И. Использование кормоцехов в молочном скотоводстве / В. И. Доровских, Д. В. Доровских // Повышение эффективности использования ресурсов при производстве сельскохозяйственной продукции - новые технологии и техника нового поколения для растениеводства и животноводства : XVIII Международная научно-практическая конференция, Тамбов, 23–24 сентября 2015 года. – Тамбов: Издательство Першина Р.В., 2015. – С. 48-51.

УДК 635.085

68.85.39: Механизация и электрификация в животноводстве

МЕТОДОЛОГИЯ ТЕОРЕТИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ ПРОЦЕССА ПОДГОТОВКИ КОРНЕПЛОДОВ К СКАРМЛИВАНИЮ

Брусенков А.В.,

ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет»,
доцент кафедры «Агроинженерия»,
e-mail: aleksei_brusenkov@mail.ru

Иванов А.С.,

ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», магистрант,
e-mail: ia.ivanov2012@yandex.ru

Сложность сельскохозяйственных производственных систем, имеющих в наличии большое количество стохастических связей с внешней средой, биологическими и физическими объектами (человек, машина, растение, животное, продукт, среда), действие неуправляемых факторов требует диалектического метода познания объектов вне зависимости от их физической природы. Основные черты этого метода – явления и процессы, рассматриваются во взаимосвязи и обусловленности, в движении, обновлении и развитии, в превращении постоянных количественных изменений в коренные качественные, в свойственных явлениям внутренних противоречий, в борьбе противоположностей.

Вследствие резко возросшей сложности объектов и систем (размерность, многосвязность и случайный характер функционирования), стало трудно осуществимым или вообще невозможным теоретическое или экспериментальное исследование этих объектов и систем имеющимися методами. Экспериментальные исследования усложнились, стали весьма трудоемкими, а главное снизилась безошибочность результатов [1].

Технологические процессы уборки, транспортировки и приготовления корнеплодов крупному рогатому скоту представляют собой сложную систему, в связи с чем, к ней применим формальный язык общей теории систем, основанный на теоретико-множественных концепциях [2,3].

Системные исследования получили широкое распространение в биологии, химии, психологии, социологии, экономике, лингвистике и в ряде других наук. Важную роль они выполняют в технике, где сформировалось новое научное направление – системотехника [4].

Если специальные науки, в основном, рассматривают причинно-следственные связи между немногими переменными, описывающими предмет исследования, то в общей теории систем на первый план выдвигается проблема целостного изучения системы, предусматривающая вскрытие всего многообразия связей и отношений.

Учитывая отсутствие единого мнения о понятии системы [3,4,5] принимаем, что – это совокупность упорядоченно расположенных и находящихся во взаимодействии взаимообусловленных элементов, которую можно представить в виде иерархической структуры, для ее изучения используют системный подход и системный анализ [6,7].

Общепринятое понятие в литературных источниках о системном подходе и системном анализе отсутствует [3,4,6]. В связи с этим под системным подходом принимаем способ, а под системным анализом – средства для исследования сложных систем.

Системный подход нашел применение при исследовании операций в кибернетике [4,8], системотехнике [4], в экономике [8,9] и анализе биотехнологических систем при производстве химических веществ [3].

Сущность системного анализа состоит в том, что вся информация, получаемая при исследованиях опытных и промышленных установок, последовательно накапливается и обогащается для разработки полной математической модели системы, использование которой позволяет оптимизировать процессы данного производства с максимальным конечным эффектом.

Системный анализ дает средства для исследований, формирует инструментарий научной деятельности, в то время как системный подход определяет: его «идеологию», направленность, формирует его концепцию [10].

Сложную систему практически невозможно описать полно и детально. Решение этой дилеммы находится в иерархическом описании. Система задается семейством моделей, каждая из которых описывает поведение системы с точки зрения различных уровней абстрагирования. Для каждого уровня существует ряд характерных особенностей и переменных законов и принципов, которые определяют поведение системы в целом.

Декомпозиция объекта на подсистемы и отдельные элементы с их последующим количественным анализом на основе математических моделей и задачи синтеза оптимальной системы, исходя из глобального критерия эффективности, позволяет рассматривать и решать не только задачи оптимального функционирования системы при получении конечной продукции, но и устанавливать рациональные связи системы с внешней средой, то есть оценивать экологическую эффективность производства. Такой подход дает возможность выделить основные этапы исследования сложной системы, установить взаимодействие между ними и органически увязать теоретические и экспериментальные данные при анализе каждого уровня системы.

Применение моделирования технологических объектов сельскохозяйственного производства открывает путь для решения широкого комплекса задач анализа и синтеза параметров указанных объектов, решать задачи оптимизации процессов и их технических параметров, устанавливать условия устойчивости их проведения и режимов работы.

Сущность структуры процессов уборки, транспортировки и приготовления корнеплодов крупному рогатому скоту проявляется в том, что составляющие ее процессы протекают на разных уровнях и подвержены воздействию управляемых и неуправляемых факторов, поэтому для описания процессов необходимо разработать иерархическую структуру математической модели. Такая модель строится путем последовательного перехода в описании процесса с одного уровня на другой [3,11].

Для оценки эффективности системы в целом рассматривают иерархию частных и основных показателей эффективности системы, всех подсистем, включая и элементы.

Представление сложной биотехнологической системы (БТС), которой является система уборки, транспортировки и приготовления корнеплодов крупному рогатому скоту, в виде многоуровневой иерархической системы создает условия осуществления целенаправленного анализа функционирования отдельных элементов и подсистем БТС с последующим синтезом оптимальных систем на основе критериев эффективности [11,12,13].

Для анализа и синтеза многомерных подсистем, как и БТС в целом, используют теорию графов с применением методов структурного и топологического анализов, позволяющих формализовать функциональные связи между технологическими элементами исследуемой системы.

Топологический метод анализа сложных систем основан на рассмотрении топологических моделей, представляющих собой потоковые и структурные графы, информационно-потоковые мультиграфы и информационные графы. Применение топологических моделей позволяет снизить трудоемкость решения задач анализа, оптимизации и синтеза сложных систем [3].

Современные технологические линии уборки, транспортировки и приготовления корнеплодов крупному рогатому скоту, входящие в БТС, характеризуются сложной многоуровневой структурой взаимосвязей эффектов физической, химической и биологической природы, наличием объектов применяемой техники прямых и обратных потоков между отдельными устройствами могут рассматриваться как сложные кибернетические системы, при изучении которых наиболее эффективно использование стратегии системного анализа [12].

Необходимость применения системного анализа при исследовании и совершенствовании систем транспортировки и приготовления корнеплодов крупному рогатому скоту диктуется углублением противоречий экономического (диспаритет цен), технического (несовершенство устройств, оборудования, машин), экологического (транспортировка корнеплодов с поля с налипшей на них землей плодородного слоя) и социального (условия труда, получение чистых продуктов питания) характера.

Список использованных источников

1. Василенко, П.М. Основы научных исследований. Механизация сельского хозяйства / П.М. Василенко, Л.В. Погорелый. – К.:Выща школа, 1985. – 266с.
2. Месарович, М. Теория иерархических многоуровневых систем / М. Месарович, Д. Мако, И. Такаха; перевод с англ. – М.:Мир, 1973. – 344с.
3. Кафаров, В.В. Принципы математического моделирования химико-технологических систем / В.В. Кафаров, В.В. Перов, В.Л. Мешалкин. – М.: Химия, 1974. – 344с.
4. Николаев, В.И. Системотехника: методы и приложения / В.И. Николаев, В.М. Брук. – Л.: Машиностроение, 1985. – 199с.
5. Моисеев, Н.Н. Математические задачи системного анализа / Н.Н. Моисеев. – М.: Наука, 1981. – 487с.
6. Губанов, В.А. Введение в системный анализ: учебное пособие / В.А. Губанов, В.В. Захаров, А.Н. Коваленко; под общ. ред. П.А. Петросяна. – Л.: Изд-во Ленинград. ун-та, 1988. – 232с.
7. Кафаров, В.В. Системный анализ процессов химической технологии / В.В. Кафаров, И.Н. Дорохов. – М.: Наука, 1979. – 399с.
8. Зайченко, Ю.П. Исследование операций / Ю.П. Зайченко. – Киев: Вища школа, 1975. – 320с.
9. Попович, И.В. Методика экономических исследований в сельском хозяйстве: учебное пособие / И.В. Попович. – М.:Экономика, 1982. – 216с.
10. Моисеев, Н.Н. Человек, среда, общество / Н.Н. Моисеев. – М.:Наука, 1982. – 240с.
11. Кафаров, В.В. Моделирование и системный анализ биохимических производств / В.В. Кафаров, А.Ю. Винаров, Л.С. Гордеев. – М.: Лесн. пром-сть, 1985. – 280с.
12. Брусенков, А.В. Анализ технологической линии доставки и приготовления корнеклубнеплодов / А.В. Брусенков, В.П. Капустин // Наука в центральной России: науч.-производ. периодич. журнал. – Тамбов: Изд-во ФГБНУ ВНИИТиН Россельхозакадемии, 2019. – №4(40). – С.49-55.
13. Доровских, В. И. Использование кормоцехов в молочном скотоводстве / В. И. Доровских, Д. В. Доровских // Повышение эффективности использования ресурсов при производстве сельскохозяйственной продукции - новые технологии и техника нового поколения для растениеводства и животноводства : XVIII Международная научно-практическая конференция, Тамбов, 23–24 сентября 2015 года. – Тамбов: Издательство Першина Р.В., 2015. – С. 48-51.
14. Brusenkov, A. Analysis of root crop preparation system / A. Brusenkov, V. Kapustin, V. Nemtinov and Y. Nemtinova // E3S Web of Conferences. 176, 03007 (2020). IDSISA 2020. doi.org/10.1051/e3sconf/202017603007.

ОБОСНОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ЛИНИИ ТРАНСПОРТИРОВКИ И ПРИГОТОВЛЕНИЯ КОРНЕПЛОДОВ

Иванов А.С.,

ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», магистрант,
e-mail: ia.ivanov2012@yandex.ru

Татаринцев Н.Ю.,

ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», бакалавр
e-mail: nikolai.25tatarintseff@yandex.ru

Проведённый обзор и анализ существующих машинных технологий и применяемых в них средств механизации позволил разработать перспективную схему комплекта машин, с помощью которого можно осуществлять транспортировку и приготовление корнеплодов на животноводческих фермах и комплексах с последующей их выдачей в составе кормосмеси или отдельно крупному рогатому скоту (рисунок 1). Данный комплект состоит из питателя-дозатора 1 с транспортёром 2, мойки-измельчителя 3 с новым одноступенчатым вертикальным измельчающим устройством шнекового типа и стационарного отстойника 4 [1,2,3,4,5,6].

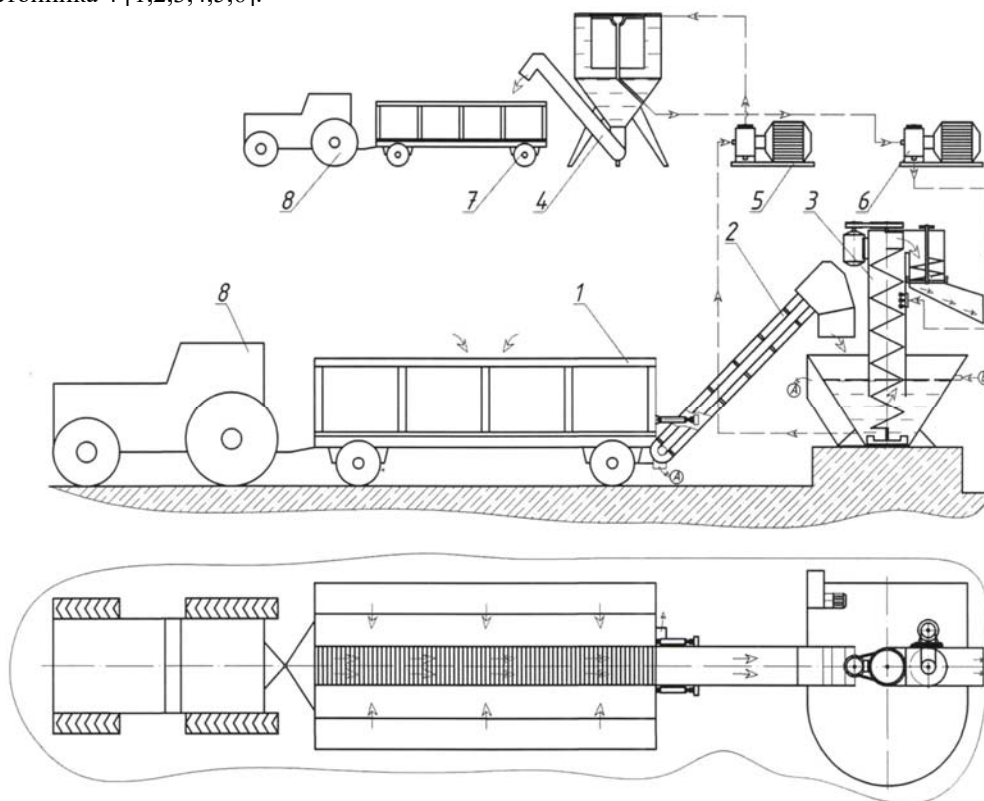


Рисунок 1 – Технологическая схема БТС транспортировки и приготовления корнеплодов:

1 – питатель-дозатор; 2 – наклонный скребковый транспортёр; 3 – мойка-измельчитель ИКМ-Ф-10; 4 – транспортер отстойника; 5, 6 – насосы; 7 – тракторный прицеп; 8 – трактор; А – отвод почвенных примесей; В – подвод воды

Технологический процесс осуществляется следующим образом. Корнеплоды загружаются в питатель-дозатор 1 и доставляются на линию приготовления. Тракторист задним ходом подъезжает к мойке-измельчителю, с помощью гидроцилиндров совмещает выгрузное окно поперечного транспортера питателя с загрузочным окном мойки-измельчителя и включает продольный транспортер. Корнеплоды под собственным весом перемещаются по наклонной стенке вниз, захватываются скребками продольного транспортера и подаются в нижнюю часть наклонного транспортера 2, где они захватываются его

скребками и перемещаются вверх. Корнеплоды под действием сил тяжести падают вниз в загрузочное окно мойки-измельчителя 3. В ней они отмываются от почвы вихревыми потоками воды, создаваемыми вращающимся крылачом и находясь во взвешенном состоянии, подхватываются шнеком и подаются вверх, дополнительно омываясь струёй воды из гребенки патрубка, расположенной в кожухе. Камни и другие тяжелые предметы опускаются на дно ванны и отбрасываются крылачом на выгрузной транспортер. Очищенные корнеплоды выбрасывателем направляются в камеру измельчителя, где под собственным весом они скатываются по стенке корпуса и захваченные навивкой вращающегося шнека, перемещаются в осевом направлении сверху вниз к блоку ножей. Под действием сжатия и постоянного подпора со стороны шнека, корнеплоды продавливаются через ножевую решётку и выводятся из измельчающего аппарата по выгрузному рукаву в самоходный или прицепной кормораздатчик-смеситель с электронной системой взвешивания компонентов рациона. Технические характеристики предлагаемой технологической линии приготовления корнеплодов: фактическая производительность – до 10т/час; суммарная установленная мощность – 64,4 кВт; обслуживающий персонал – 1...2 чел. [1,2,6].

Предлагаемая технологическая линия транспортировки и приготовления корнеплодов существенно отличается от известных – все применяемое оборудование является серийным, не считая небольших изменений в их конструкциях, которые могут быть самостоятельно доработаны и изготовлены в условиях сельхозпредприятий. Обработка корнеплодов на данной линии полностью механизирована, при её эксплуатации не требуется дополнительных затрат ручного труда и затрат на строительномонтажные работы, проста в изготовлении, надёжна, менее энергоёмка (в 1...1,8 раза) и металлоёмка (в 1,1...1,35 раза), что в конечном результате позволяет получать конечный продукт высокого качества, соответствующий зоотехническим требованиям. Кроме того, по опытным данным других ученых, расход чистой воды при использовании данного остойника позволяет сократить расход воды с 250...400 до 20...50 л/т в зависимости от исходной загрязнённости корнеплодов [7,8].

Транспортировка и приготовление корнеплодов в предлагаемой технологической линии состоит из нескольких последовательных операций:

- загрузка корнеплодов с поля или из хранилища колёсным грейферным погрузчиком в прицепной питатель-дозатор и транспортировка на технологическую линию;
- выгрузка корнеплодов в моечную ванну, очистка их от загрязнений и измельчение;
- выгрузка в самоходный или прицепной кормораздатчик-смеситель с электронной системой взвешивания каждого из компонентов рациона;
- смешивание с другими компонентами кормов и раздача животным.

На основании данных о рационе и поголовье крупного рогатого скота, обслуживаемых кормоцехом, расход корнеплодов (или кормов), подлежащих обработке на одно кормление [9,10]:

$$q_i = \sum_{i=1}^n a_{ig} m_g, \quad (1)$$

где n – число групп животных; a_{ig} – количество корма i – го вида в рационе g – ой группы животных; m_g – число животных g – ой группы.

Суточный объём производства корнеплодов можем найти по формуле [8,9,10]:

$$q_{сут} = \sum_{i=1}^f q_i, \quad (2)$$

где f – число технологических линий обработки компонентов; q_i – количество корма i – го вида, проходящего обработку в машине (агрегате) за сутки, т.

В зависимости от распорядка дня животноводческой фермы устанавливают общее время приготовления кормосмеси (время работы кормоцеха) [8,9,10]:

$$T_p = T_{раз} \cdot n_k, \quad (3)$$

где $T_{раз}$ – время, отводимое на подготовку корма для одного кормления; n_k – кратность кормления, $n_k = 2...3$.

Зная кратность кормления, время его начала и распределения суточного рациона по отдельным выдачам, можно определить количество каждого вида корма, подлежащее обработке к началу каждого кормления.

При выборе времени на подготовку корма для одного кормления должны выдерживаться следующие соотношения [8,10]:

а) для кормоцеха с периодическим рабочим процессом

$$T_{\text{раз}} = T_{\text{см}} \cdot \lambda_1, \quad (4)$$

где $T_{\text{см}}$ – длительность смены, час. Согласно НТП-АПК 1.10.16.001-02 длительность смены – 2...4 часа; λ_1 – коэффициент использования сменного времени ($\lambda_1 = 0,6...0,7$ – средний уровень организации работы в кормоцехе, $\lambda_1 > 0,7$ – хорошая организация труда).

б) для кормоцеха с непрерывным процессом приготовления и выдачи готовой продукции, заблокированного с помещениями для содержания животных, имеющими стационарные средства раздачи кормов

$$T_{\text{раз}} \leq T_{\text{зоот}} \cdot \lambda_1 \cdot k_{\text{пом}}, \quad (5)$$

где $T_{\text{зоот}}$ – время, затрачиваемое на раздачу корма в одном помещении по зоотехническим требованиям (для стационарных кормораздатчиков составляет 1200 сек.), [8,10]; $k_{\text{пом}}$ – количество заблокированных помещений, шт.

Требуемая производительность технологических линий, т/ч, [8,10]:

а) обработки и подачи компонентов

$$Q_{\text{гри}} = \frac{q_i}{T_{\text{раз}}}, \quad (6)$$

б) приготовления и выдачи готовой продукции

$$Q_{\text{гр}} = \frac{q_{\text{сут}}}{T_{\text{раз}} \cdot n_{\text{к}}}. \quad (7)$$

Количество машин (агрегатов) для операций с периодическим рабочим процессом [8,9,10]:

$$N_{\text{м}} = \frac{\sum_{i=1}^l q_i}{n_{\text{к}} \cdot V \cdot \varphi \cdot \rho_{\text{г}} \cdot K_{\text{ц}}}, \quad (8)$$

где l – количество видов кормов, обрабатываемых в машине (агрегате); V – объем бункера машины (или агрегата), м³; φ – коэффициент заполнения объема бункера, зависящий от его формы, размеров и способа заполнения. Согласно рекомендациям [8,10] $\varphi = 0,8...0,95$; $\rho_{\text{г}}$ – объемная масса приготовленного корма (или кормосмеси), т/м³; $K_{\text{ц}}$ – число циклов работы одной машины за сутки.

Объем бункера питателя-дозатора определяем по её технической характеристике или формуле:

$$V = L_{\text{б}} \cdot B_{\text{б}} \cdot H_{\text{б}} = \frac{q}{\varphi \cdot \rho_{\text{г}}}, \quad (9)$$

где $L_{\text{б}}, B_{\text{б}}, H_{\text{б}}$ – соответственно внутренняя длина, внутренняя ширина и внутренняя высота бункера, м; q – суточный объем производства корма (или кормосмеси) ($q_{\text{сут}}$) или расход кормов на разовое кормление (q_i), кг.

Объемную массу приготовленного корма определяем из выражения [8,10]:

$$\rho_i = \frac{\sum_{i=1}^l \rho_i \cdot P_i}{\sum_{i=1}^l P_i}, \quad (10)$$

где ρ_i – объемная масса насыпного i -го корма, т/м³; P_i – масса соответствующего вида корма, т. Число циклов работы одной машиной за сутки определяем из выражения [8,10]:

$$K_{\text{ц}} = \frac{T_{\text{раз}} \cdot n_{\text{к}}}{T_{\text{ц}}}, \quad (11)$$

где $T_{\text{ц}}$ – время одного цикла, час.;

Значение ($T_{ц}$) вычисляем по формуле [8,10]:

$$T_{ц} = t_{загр} + t_{выгр} + t_{раб}, \quad (12)$$

где $t_{загр}$ – время загрузки машины (или агрегата), ч; $t_{выгр}$ – время выгрузки машины (или агрегата), ч; $t_{раб}$ – рабочее время движения машины в оба конца, ч.

Время загрузки машины (агрегата) компонентами рациона определяем по формуле [8,10]:

а) при одновременной загрузке

$$t_{загр} = \frac{q_i}{Q_{\phi i}} \rightarrow \max, \quad (13)$$

б) при последовательном заполнении:

$$t_{загр} = \frac{\sum_{i=1}^l q_i}{Q_{\phi i}}. \quad (14)$$

Время выгрузки машины (агрегата) вычисляем по выражению:

$$t_{выгр} = \frac{V \cdot \varphi \cdot \rho}{Q_M}, \quad (15)$$

где Q_M – производительность машины (агрегата) на выгрузке корма по его технической характеристике, т/ч.

Рабочее время ($t_{раб}$) найдем по формуле:

$$t_{раб} = \frac{2 \cdot L_{пер}}{v_{ср}}, \quad (16)$$

где $L_{пер}$ – расстояние перевозки кормов, км; $v_{ср}$ – средняя транспортная скорость движения трактора с питателем-дозатором. Согласно рекомендациям [8,10] $v_{ср} = 15..20$ км/час.

Количество погрузчиков кормов для того или иного вида корма определяем по формуле:

$$N_{\Pi} = \frac{N_K \cdot t_{загр}}{T_{ц}}, \quad (17)$$

где N_K – количество кормораздатчиков для каждого вида корма.

При выборе схемы механизации транспортировки и приготовления кормов необходимо учитывать способы содержания животных, состав кормов и места их хранения, тип хранилищ кормов, размеры ферм, конструкцию и внутреннюю планировку помещений, способы механизации других процессов. При определении потребности машин для кормораздачи важно учитывать одно из зоотехнических требований – строгое соблюдение режима кормления животных. Работу кормоприготовительных машин и оборудования организуют в соответствии с графиком работы, который разрабатывают с учётом распорядка дня фермы. Число питателей-дозаторов (кормораздатчиков, прицепов), обслуживаемых одним погрузчиком, определяем по формуле [10]:

$$N_K = \frac{Q_{ж} \cdot q_i \cdot T_{ц}}{Q_{\Pi д} \cdot T_K \cdot K_{ТГ}}, \quad (18)$$

где $Q_{ж}$ – поголовье, обслуживаемое машиной, гол.; $Q_{\Pi д}$ – грузоподъемность питателя-дозатора, кг; T_K – время, отводимое для одного кормления всего поголовья данным видом корма, мин. Согласно НТП-АПК 1.10.16.001-02 промежуток времени между приготовлением и скармливанием не должен быть более 1 часа; $K_{ТГ}$ – коэффициент технической готовности раздатчика-смесителя, равный 0,8...0,85 [10].

При оценке работы машин и технологического оборудования производительность рассматривается в качестве основного технико-экономического показателя, позволяющего судить об эффективности использования технических средств в данном технологическом процессе.

Комплекс машин для выполнения всех транспортно-производственных работ по транспортировке и приготовлению кормов представляет собой поточную линию, в которой отдельные её участки

обладают определённой автономностью и могут иметь разную производительность [11,12]. Поэтому при организации работы такого комплекса необходимо согласовывать отдельные участки по производительности базовой машины. Производительность транспортно-производственного процесса за один цикл определяем по массе (Q_M^u) и по работе (Q_P^u) соответственно по формулам [9,10]:

$$Q_M^u = \frac{V \cdot \rho_i \cdot \varphi_{гр}}{T_{ц}}, \quad (19)$$

$$Q_P^u = \frac{V \cdot \rho_i \cdot \varphi_{гр} \cdot L_{пер}}{T_{ц}}, \quad (20)$$

где $\varphi_{гр}$ – коэффициент использования грузоподъемности транспортного средства.

$$\varphi_{гр} = \frac{\rho_i \cdot V}{Q_{ПД}}. \quad (21)$$

Как показывают практические результаты, технология приготовления корнеплодов зависит от конкретных особенностей и условий хозяйства, экономической целесообразности применяемых тех или иных способов обработки и зоотехнических требований, предъявляемых к ним. При этом число машин должно быть минимальным, но достаточным для того, чтобы процесс приготовления корнеплодов происходил технологически правильно и экономично, то есть все операции технологических процессов, выполняемых на кормоприготовительных машинах, должны быть согласованы между собой по технологическому назначению и по производительности. Поэтому разработка новых технологий и модернизация существующих технических средств, обеспечивающих необходимое качество приготовления при снижении энергоёмкости выполняемого процесса является актуальной задачей и имеет важное значение для экономики.

Список использованных источников

1. Брусенков, А.В. Анализ технологической линии доставки и приготовления корнеклубнеплодов / А.В. Брусенков, В.П. Капустин // Наука в центральной России: науч.-производ. периодич. журнал. – Тамбов: Изд-во ФГБНУ ВНИИТиН Россельхозакадемии, 2019. – №4(40). – С.49-55.
2. Брусенков, А.В. Повышение эффективности приготовления корнеклубнеплодов / А.В. Брусенков, И.Е. Ильина // Наука в центральной России: научно-производственный периодич. журнал. – Тамбов: Изд-во ФГБНУ ВНИИТиН Россельхозакадемии, 2019 – №2(38). С.91-97.
3. Патент №2722164 РФ, МПК А23N 17/00. Технологическая линия для приема и обработки корнеклубнеплодов/ А.В. Брусенков, В.П. Капустин – №2019118149; заяв. 11.06.2019; опубл. 27.05.2020. Бюл. №15.
4. Брусенков А.В. Ресурсосберегающая технология приготовления корнеплодов на молочных фермах / А.В. Брусенков // Актуальные проблемы инновационного развития и кадрового обеспечения АПК: материалы VII Международной научно-практической конференции (4-5 июня 2020 года, г. Минск)/ редкол.: Н.Н. Романюк [и другие]. – Минск, БГАТУ, 2020. - С.153-158.
5. Иванов А.С. Модернизированная технологическая линия для приготовления корнеплодов на корм крупному рогатому скоту / А.С. Иванов, А.В. Брусенков // Материалы III Республиканской научно-практической конференции молодых ученых и специалистов с международным участием «Молодые ученые в аграрной науке» (ЛНР, луганск, 14-15 апреля 2020 года), электронное издание. – Луганск: ГОУ ЛНР ЛНАУ, 2020. – С.415-419.
6. Брусенков, А.В. Энергоэффективная технологическая линия приготовления корнеплодов на корм крупному рогатому скоту / А.В. Брусенков, А.С. Иванов, А.А. Белокопытов // Повышение эффективности использования ресурсов при производстве сельскохозяйственной продукции – новые технологии и техника нового поколения для АПК: Сборник научных докладов XX Международной научно-практической конференции, (26-27 сентября 2019 года, г.Тамбов). – Тамбов: Изд-во «Студия печати Галины Золотовой», 2019. – С.126-129.
7. Коваленко, В.П. Технологические комплексы машин для приготовления кормов: учебное пособие / В.П. Коваленко, И.М. Петренко. – Изд-во КГАУ: Краснодар, 2000. – 170с.
8. 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.
9. Коба В.Г. Механизация и технология производства продукции животноводства / В.Г. Коба, Н.В. Брагинцев, Д.Н. Мурусидзе, В.Ф. Некрашевич. – М.: Колос, 2000. – 528 с.

10. Щедрин, В.Т. Механизация приготовления кормов: учебное пособие / В.Т. Щедрин, С.М. Ведищев.– Тамбов: Тамб. гос. техн. ун-т, 1998.–140 с.
11. Доровских, В. И. Анализ влияния качества технологических процессов на эффективность производства молока / В. И. Доровских, Д. В. Доровских // Наука в центральной России. – 2018. – № 3(33). – С. 36-41.
12. Доровских, В. И. Принципы управления качеством технологических процессов в молочном животноводстве / В. И. Доровских, Д. В. Доровских // Наука в центральной России. – 2014. – № 6(12). – С. 22-28.

УДК 681.7

28.23.33: Аппаратная реализация интеллектуальных систем

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА ГИПЕРСПЕКТРАЛЬНОГО КОНТРОЛЯ ДЕФЕКТОВ ЯБЛОК

Жиркова А.А.,

*ФГБОУ ВО "Тамбовский государственный технический университет", аспирант кафедры
"Мехатроника и технологические измерения"
e-mail: alexsa_555@mail.ru*

Балабанов П.В.,

*ФГБОУ ВО "Тамбовский государственный технический университет", д.т.н., профессор
кафедры "Мехатроника и технологические измерения"
e-mail: pav-balabanov@yandex.ru*

Дивин А.Г.,

*ФГБОУ ВО "Тамбовский государственный технический университет", д.т.н., профессор
кафедры "Мехатроника и технологические измерения"
e-mail: agdv@yandex.ru*

Аннотация: В статье описывается автоматизированная система гиперспектрального контроля дефектов яблок. Она способна решить проблему обеспечения качества объектов исследования (яблок), поставляемых потребителю или закладываемых на хранение. Система была создана для автоматизации процесса выявления дефектов за счет использования в процессе контроля качества или сортировки роботизированного комплекса на основе обработки гиперспектральных изображений в системе технического зрения.

Достигнутые результаты могут быть использованы при проектировании сортировочных комплексов для фруктов на предприятиях сельскохозяйственного машиностроения.

Ключевые слова: гиперспектральный контроль, объекты растительного происхождения, показатели качества, роботизированный комплекс, система технического зрения.

В настоящее время в мире активно ведутся разработки и испытания контроля качества в различных областях на основе обработки гиперспектральных изображений в системе технического зрения. Данный метод применяется для дистанционного зондирования Земли [1, 2, 3, 5], в космических исследованиях [6, 7], в биомедицинских исследованиях [4, 11] и др.

В сельском хозяйстве такие исследования обусловлены нехваткой трудовых ресурсов и невозможностью визуально отследить заболевания растений на ранних стадиях, а в некоторых случаях это связано с расположением патогенных участков под кожицей плодов фруктов и овощей.

Гиперспектральный контроль в настоящее время превосходит другие методы контроля по показателям точности. Он основан на получении большого количества изображений различных длин волн исследуемого объекта.

Объем информации, получаемый при гиперспектральном контроле намного превосходит цветные изображения (обычная RGB камера выделяет три широких спектральных диапазона, гиперспектральная - несколько сот линий в видимом диапазоне спектра).

Гиперспектральная съемка осуществляется путем сбора и обработки информации по всему спектру.

Человеческий глаз видит цвет видимого света в трех диапазонах (длинные волны - воспринимаются как красный, средние длины волн - как зеленые, а короткие - как синие). Спектральная визуализация

же делит спектр на гораздо больше диапазонов. Этот метод разделения изображений на полосы может быть расширен за пределы видимого.

При построении гиперспектральных изображений регистрируемые спектры имеют высокое разрешение по длине волны и охватывают широкий диапазон длин волн.

Гиперспектральная визуализация измеряет непрерывные спектральные полосы, в отличие от многополосной визуализации, которая измеряет разнесенные спектральные полосы.

Гиперспектральные датчики смотрят на объекты, используя большую часть электромагнитного спектра. Некоторые объекты оставляют уникальные отпечатки в электромагнитном спектре (спектральные сигнатуры). Они позволяют идентифицировать материалы, из которых состоит сканируемый объект. Например, спектральная характеристика нефти помогает геологам находить новые месторождения нефти.

Также с помощью гиперспектрального контроля возможно обеспечить проверку химического состава продуктов. Это является важным, если они имеют разный состав, но визуально похожи.

В настоящее время системы технического зрения основаны на алгоритмах анализа изображений, которые были получены в видимом диапазоне спектра [9]. Существующие системы не позволяют определить некачественные (незрелые, больные) плоды. Поэтому необходимы методы, которые позволили бы обнаружить объект, оценить его качество, а затем принять решение о том, что с ним сделать (удалить или пропустить).

На кафедре "Мехатроника и технологические измерения ФГБОУ ВО "ТГТУ" (ЦКП «Робототехника» ФГБОУ ВО «ТГТУ»), работы по модернизации проводились с использованием ЦКП «Цифровое машиностроение») был создан (модернизирован) макет роботизированного комплекса (путем установки в него системы технического зрения (СТЗ) на основе гиперспектральных камер и манипулятора, обеспечивающего отбраковку по информации от СТЗ и специального ПО).

Актуальность разработки определяется тем, что отбраковка из исходной массы объектов несоответствующей кондиции, поврежденной или имеющей заболевания, является необходимым условием её сохранности на длительное время, обеспечивает конкурентоспособность производителя на рынке. Существующие методы сортировки яблок либо основаны на использовании зарубежных технологий, заложенных в автоматизированных сортировочных комплексах, либо на ручном труде сезонных рабочих.

Макет роботизированного комплекса для сортировки яблок включает в себя рольганговый конвейер 3 (рисунок 1), состоящий из роликов, скрепленных между собой цепью и протягиваемых с её помощью на дне подвижным основанием, что вызывает вращение роликов и одновременно их линейное перемещение с права налево под видеокамерами. Для натяжения цепи используется натяжное устройство 12. Соседние ролики конвейера образуют ложе, в которое один за другим подаются яблоки 2 из приемного бункера 1. Перемещаясь, и одновременно вращаясь, яблоки попадают в поле зрения видеокамеры 4, задача которой получить их изображение в реальном времени. Обработка этого изображения позволяет распознать объекты контроля на конвейере и запустить систему линейного гиперспектрального сканирования на основе камеры 5 и привода зеркала 6.

Сканирование происходит в течение промежутка времени, рассчитываемого по среднему диаметру яблоку и скорости движения конвейера. Скорость движения конвейера определяется с помощью индуктивного датчика 9 движения цепи. За это время система «просмотрит» всю поверхность яблока.

Еще одна камера 7 необходима была для подтверждения зоны плодоножки и чашелистика на яблоке. Однако впоследствии функции этой камеры стала выполнять нейронная сеть программного комплекса, которая по входным параметрам (вегетационным индексам) позволила надежно определять данные зоны. Таким образом, если программный модуль обработки спектрограмм обнаружит дефектное яблоко, то формируется команда, по которой манипулятор 10 удаляет его с конвейера.

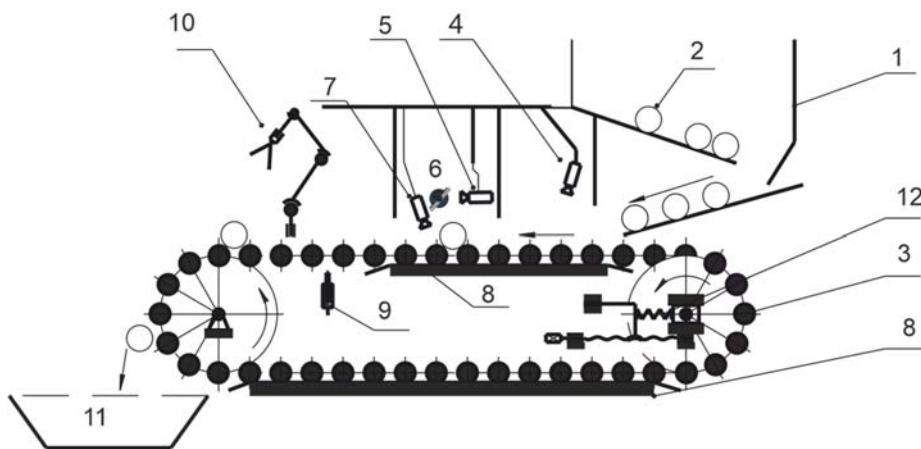


Рисунок 1 – Функциональная схема модернизированного макета РК

Остальные яблоки поступают в контейнер 11. После перенастройки и доработки ПО возможно забраковывать яблоки на высший сорт, первый, второй и несоответствующие никакому сорту при помощи одного манипулятора.

С помощью гиперспектральной камеры были получены спектрограммы (рисунок 2 - 9), которые в ходе исследований были проанализированы, а затем с их помощью была обучена нейронная сеть.

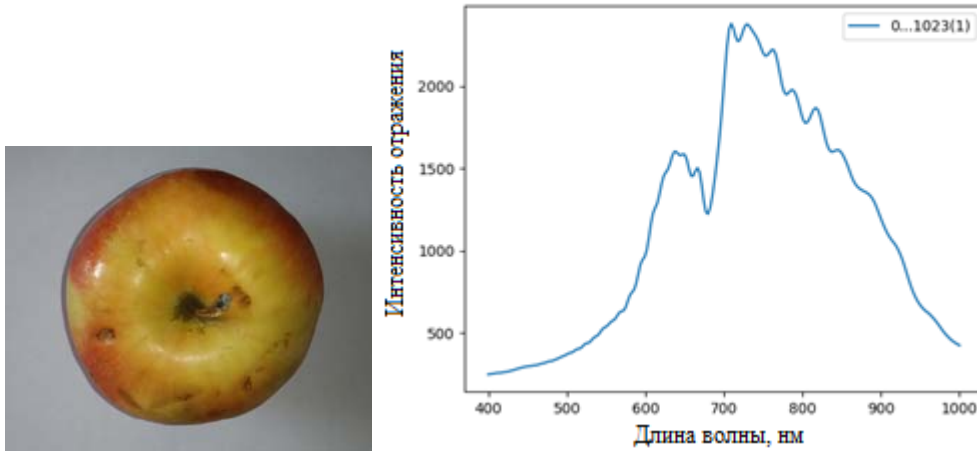


Рисунок 2- Яблоко без дефектов

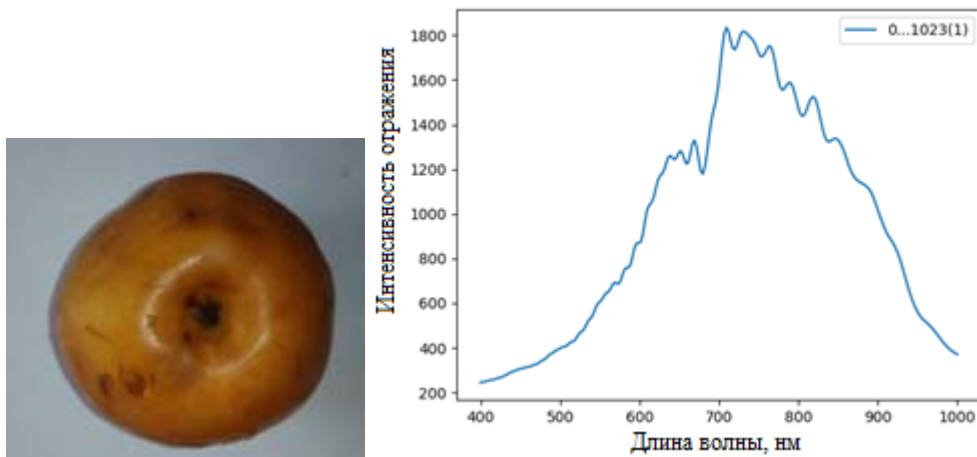


Рисунок 3 - Яблоко без дефектов размороженное

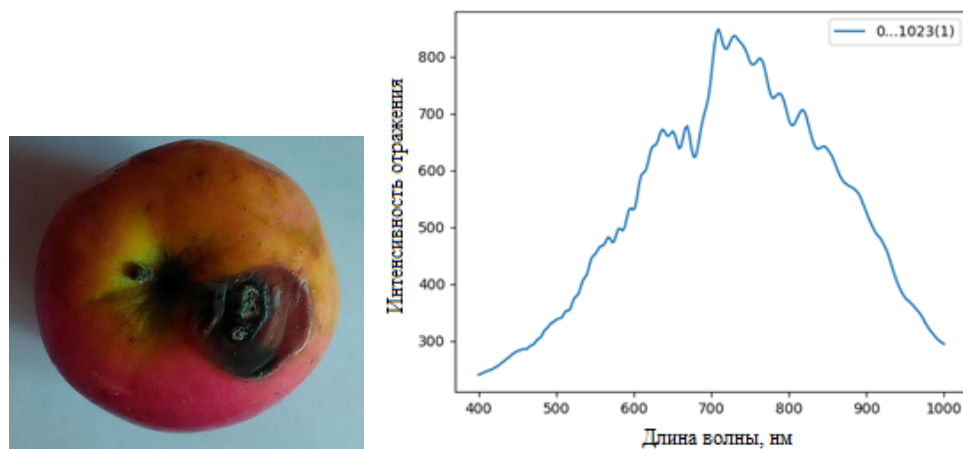


Рисунок 4 - Яблоко с гнилью

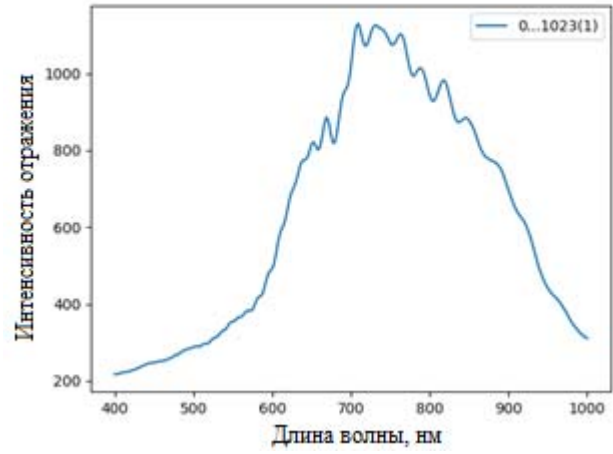


Рисунок 5 - Яблоко увядшее в месте укуса

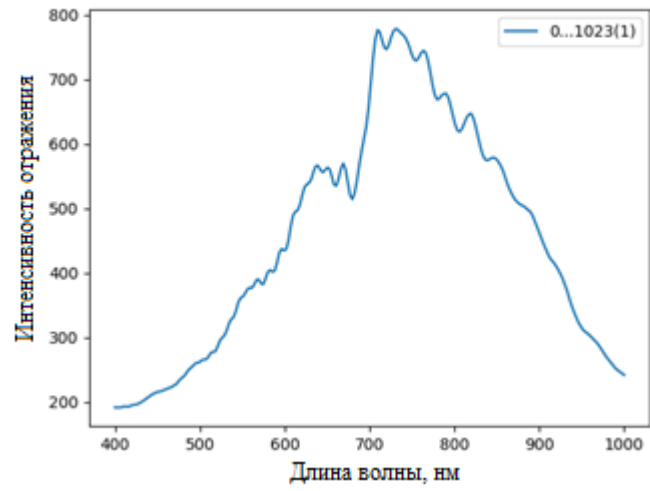


Рисунок 6 - Увядшее яблоко

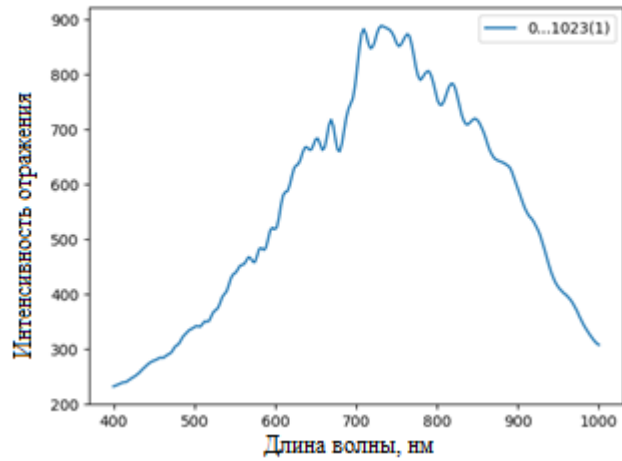


Рисунок 7 - Яблоко больное (парша)

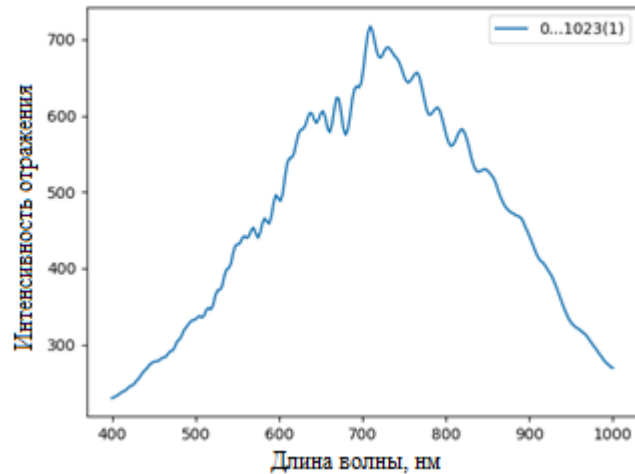


Рисунок 8 - Яблоко больное (джонатановая пятнистость)

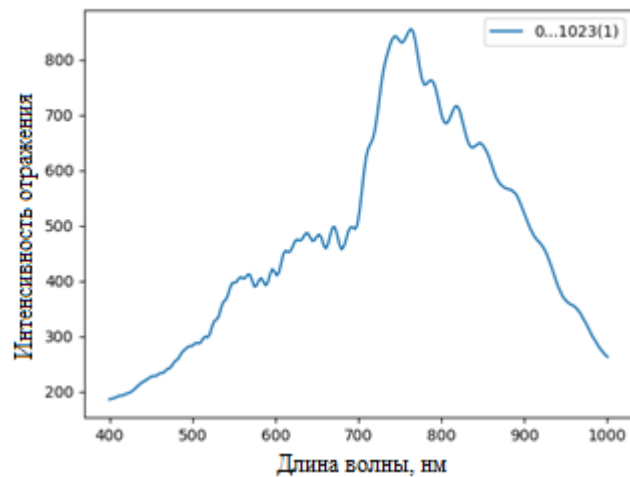


Рисунок 9 - Лист яблони

Таким образом, обеспечивается возможность оптического контроля всей поверхности сельскохозяйственной продукции шарообразной формы (обнаружение не соответствующей по цвету, форме, размеру продукции, а так же продукции, содержащей дефекты, вызванные фито заболеваниями, повреждениями вредителями, механическими воздействиями).

Благодарность: Исследование выполнено за счет гранта РФФИ (проект №20-38-90235).

Acknowledgment: The research was carried out at the expense of the RFBR grant (project No. 20-38-90235).

Список использованных источников

1. Агринский М.В., Голицин А.В., Старцев В.В. Проект комплекса гиперспектрального дистанционного зондирования земель с помощью БПЛА <https://astrohn.ru/wp-content/uploads/2019/12/564-569-agrinckiy-giper-04.pdf>
2. Аншаков Г.П., Егоров А.С., Ращупкин А.В., Скимунт В.К. Многоуровневая система оперативного гиперспектрального мониторинга Земли <https://cyberleninka.ru/article/n/mnogourovnevaya-sistema-operativnogo-giperspektralnogo-monitoringa-zemli/viewer>
3. Аншаков Г.П., Журавель Ю.Н., Федосеев А.А. Эффективность использования мультиспектральных и гиперспектральных данных дистанционного зондирования в задачах мониторинга

- окружающей среды <https://cyberleninka.ru/article/n/effektivnost-ispolzovaniya-multispektralnyh-i-giperspektralnyh-dannyh-distantsionnogo-zondirovaniya-v-zadachah-monitoringa/viewer>
4. Братченко И.А. и др. Гиперспектральная визуализация патологий кожи в видимой области <https://cyberleninka.ru/article/n/giperspektralnaya-vizualizatsiya-patologiy-kozhi-v-vidimoy-oblasti/viewer>
 5. Бучнев А.А., Пяткин В.П. Классификация гиперспектральных данных дистанционного зондирования Земли <https://cyberleninka.ru/article/n/klassifikatsiya-giperspektralnyh-dannyh-distantsionnogo-zondirovaniya-zemli/viewer>
 6. Гусейнов А.Р. Некоторые аспекты отличия гиперспектральных данных от многозональных <https://cyberleninka.ru/article/n/nekotorye-aspekty-otlichiya-giperspektralnyh-dannyh-ot-mnogoazonalnyh/viewer>
 7. Козинев И.А. Автоматизированная обработка и анализ больших потоков гиперспектральной аэрокосмической информации <https://cyberleninka.ru/article/n/avtomatizirovannaya-obrabotka-i-analiz-bolshih-potokov-giperspektralnoy-aerokosmicheskoy-informatsii/viewer>
 8. Saiz-Rubio, V.; Rovira-Más, F. From Smart Farming towards Agriculture 5.0: A Review on Crop Data Management. *Agronomy*10 (207), (2020), doi:10.3390/agronomy10020207
 9. Shamshiri R R, Weltzien C, Hameed I A, Yule I J, Grift T E, Balasundram S K, et al. Research and development in agricultural robotics: A perspective of digital farming. *Int J Agric & Biol Eng*, 11(4): 1–14, (2018).
 10. Roweis S. EM Algorithms for PCA and SPCA// In Proceedings of the 1997 Conference on Advances in Neural Information Processing Systems. 1998. № 10. PP. 626–632.
 11. Шерендак В.П. и др. Гиперспектральный *in vivo* анализ хромофоров нормальной кожи и визуализация онкологических патологий <https://cyberleninka.ru/article/n/giperspektralnyy-in-vivo-analiz-hromoforov-normalnoy-kozhi-i-vizualizatsiya-onkologicheskikh-patologiy/viewer>

УДК 62.7

68.85.83: Техническое обслуживание, ремонт машинно-тракторного парка и сельскохозяйственного инвентаря

АНАЛИЗ ОЦЕНОЧНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ОБСЛУЖИВАНИЯ МАШИН В АГРОПРОМЫШЛЕННОМ КОМПЛЕКСЕ

Беляев А.А.,

ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», студент,
e-mail: beljaev@mail.ru

Оценка эффективности обслуживания машин в эксплуатации осложняется большим разнообразием мобильных энергетических средств, разнообразием технологических приемов их использования в сельском хозяйстве под воздействием большого количества природно-производственных факторов.

В этой связи коэффициенты технической готовности $K_{тг}$ и технического использования $K_{ти}$, являясь комплексными критериями оценки технической готовности и использования парка машин, не в полной мере определяют потенциальные потребительские свойства и возможности техники. Не учитывается работа в межсменное и нерабочее время, при восстановлении сборочных единиц и деталей, простои в ожидании требований на техническое обслуживание и ремонт, возможность оказания технического сервиса, потенциал человеческого фактора и т. д. По оценкам ученых и специалистов, из-за недостаточного числа постов технического обслуживания и ремонта, отсутствия запасных частей и ремонтных материалов, отказов машин по техническим и организационным причинам, несвоевременной выдачи заданий, и других факторов отклонение от нормативного времени выполнения работ достигает 50 и более процентов.

Проф. М.И. Юдин [6, 7] показал целый ряд недостатков при расчете коэффициента технической готовности по формуле, узаконенной ГОСТ 27.002-89, отмечая при этом, что допускается произвольное толкование периодов, в течение которых применение объекта по назначению не предусматривается. Он предложил оценивать коэффициенты готовности и технического использования парка машин формулами, в которых учитывается средняя доля машин данной марки не готовых и не планируемых к использованию в данный период

Проф. Ф.Ю. Керимов [2] на основе всестороннего анализа коэффициентов технической готовности и технического использования парков машин предлагает ввести в расчетные формулы этих показателей

коэффициент использования организационных резервов, на основе которого оцениваются процессы подготовительного производства, технического обслуживания и ремонта машин на предприятии и местах использования, восстановления различных деталей и агрегатов, обеспечения производства запасными частями и их обмена.

Проф. А.Е. Немцев [4] отмечает необходимость корректировки комплексных показателей надежности при оценке эффективности системы обслуживания путем введения коэффициента использования машины по назначению. Этим коэффициентом оценивается доля использования машины по назначению от календарного времени и выявляется влияние уровня эксплуатации на надежность техники.

В работах проф. Е.С. Кузнецова [3], коэффициент технической готовности at связан с работоспособностью машин и непосредственно зависит от соотношения дней работы и дней простоя на ремонте.

Таким образом, коэффициенты технической готовности $K_{тг}$ и использования $K_{тн}$ в силу своей комплексности характеризуют такие свойства надежности и работоспособности машин, как безотказность, ремонтпригодность и долговечность, однако их расчетные модели характеризуются неоднозначностью вклада инфраструктуры технического сервиса и условий эксплуатации в эффективность реализации потребительских качеств машин и требуют анализа и дополнения [5,8].

Таким образом, повышение работоспособности сельскохозяйственных зарубежных тракторов возможно путем совместного влияния на коэффициент технической готовности правильно выбранной стратегией ремонтно-восстановительных работ и потребностью в заменах сменно-обменных элементов.

Обеспечение требований к ресурсам составных частей проводят на основе федеральных и отраслевых нормативно-технических и методических документов, а также материалов общей и специальной технической литературы. Для разработки и внедрения мероприятий по повышению качества ремонта и эксплуатации машин в сельском хозяйстве инженерные службы сельскохозяйственного производства должны быть в состоянии рассчитывать и оценивать показатели надежности тракторов, в том числе и импортных сложных и не адаптированных для российского рынка.

Список использованных источников

1. Бойко Н.И. Сервис самоходных машин и автотранспортных средств: учеб. пособие / Н.И. Бойко, В. Г. Санамян, А. Е. Хачкинаян // Ростов н/Д. : Феникс, 2007. – 512 с.
2. Качурин В.В. Обоснование количества мобильных звеньев для восстановления работоспособности комбинированных агрегатов. [Электронный ресурс] Режим доступа <http://csaa.ru> свободный.
3. Кузнецов Е.С. Техническая эксплуатация автомобилей: уч. издание для вузов 4-е изд. перераб. и дополн. / Е.С. Кузнецов, А.П. Болдин, В.М. Власов и др. // – М. : Наука, 2001. – 535 с.
4. Немцев А.Е. Обеспечение работоспособности мобильной сельскохозяйственной техники на основе резервирования обменного фонда: Автореф... дис. д-ра. техн. наук: 05.20.03 / А.Е. Немцев. – Новосибирск, 1998. – 44 с.
5. Шистеев, А.В. Обеспечение работоспособности иностранных тракторов с использованием сменно-обменных элементов при техническом сервисе: Дис. ... канд. техн. наук: 05.20.01 / А.В. Шистеев. – Иркутск, 2016. – 157 с.
6. Юдин М.И. Организация ремонтно-обслуживающего производства в сельском хозяйстве / М.И. Юдин, Н.И. Стукопин, О.Г. Ширай // Краснодар, 2002. – 994 с.
7. Юдин М.И. Планирование эксперимента и обработка его результатов: монография / М.И. Юдин // Краснодар: КГАУ, 2004. – 239 с.
8. Глазков, Ю. Е. Применение цифровых технологий при планировании работы машинотракторного парка / Ю. Е. Глазков, Д. В. Доровских // Научное обеспечение инженерно-технической системы АПК: проблемы и перспективы : 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. Зоннова, Ижевск, 11–13 декабря 2019 года. – Ижевск: Ижевская государственная сельскохозяйственная академия, 2020. – С. 18-23.

АНАЛИЗ ТЕХНИЧЕСКОГО СЕРВИСА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ

Беляев А.А.,

ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», студент,

e-mail: beljaev@mail.ru

Повышение производства сельскохозяйственной продукции и укрепление продовольственной безопасности нашей страны основывается, в первую очередь, на самых современных машинных технологиях в агропромышленном бизнесе [1].

Производственные мощности предприятий технического сервиса в доперестроечный период были ориентированы главным образом на крупномасштабные сельскохозяйственные предприятия [5]. Средний срок службы сельскохозяйственной техники вдвое превысил нормативный [6]. За последние несколько лет отрицательную динамику удалось переломить, наметилось омоложение парка сельскохозяйственных машин – удельный вес машин с истекшим сроком службы составляет: для автомобилей – 40 %, тракторов – 47 %, зернокомбайнов – 48 %, кормоуборочных комбайнов – 45 % [11].

Низкая обновляемость машинно-тракторного парка объясняется [4] объективными причинами и в первую очередь резко снизившейся инвестиционной активностью. Сокращение инвестиций существенно повлияло как на производство [12] сельскохозяйственных машин и механизмов, так и на их использование. Менее чем за 10 лет объемы производства этого сегмента техники отечественными заводами снизились более чем в шесть раз [12].

На современном этапе в России характеризуются повсеместным использованием импортной сельскохозяйственной техники [6]. Доля продаж импортных машин по ряду региональных рынков достигает 75 – 80 %. Все большее широкое применение зарубежная техника находит на полях сельхозтоваропроизводителей [6]. Импортная продукция стабильно пользуется высоким спросом, несмотря на то, что ее стоимость в 3 – 5 раз выше, чем у отечественной техники высокого уровня. Цена собранных в России машин зарубежных фирм (совместное с инофирмами производство современных машин) ниже стоимости зарубежных аналогов уже только на 15 – 30 %. Так, сегодня средняя цена [6] трактора *CLAAS* (Германия) – 125 тыс. долл., в то время как такой же отечественный обходится покупателю примерно в 50 тыс. долл., то есть в 2,5 раза дешевле. Освоив производство на месте и сэкономив на таможенных и транспортных расходах, германские партнеры по агробизнесу рассчитывают снизить отпускные цены примерно на 30 % [6]. Однако и в этом случае [6] трактор от *CLAAS* по стоимости останется почти вдвое дороже отечественного [10].

Иностранные банки и правительства активно кредитуют своих машиностроителей, и те могут позволить себе продавать технику в рассрочку, на льготных условиях, по приемлемым для российских потребителей схемам.

При большем весе, они имеют меньшую мощность и производительность, а такие показатели, как ресурс до списания и наработка на отказ у них на 27 – 30 % ниже аналогичных показателей техники зарубежного производства. Российская [6] сельскохозяйственная техника существенно уступает зарубежным аналогам и по причине несоблюдения требований международных норм эргономики и экологии [9].

В настоящее время в России представлено большинство зарубежных компаний, выпускающих [4] сельскохозяйственную технику: *CASE IH*, *CLAAS*, *NEW HOLLAND*, *LEMKEN* и другие.

Из-за рубежа ввозятся не только новые, но и бывшие в употреблении машины. Рынок вторичной техники импортного производства внутри России в последние годы значительно оживился. В настоящее время на нем активно работают около десятка крупных и средних игроков и примерно такое же количество мелких посредников, занимающихся перепродажей бывшей в употреблении техники после капитального ремонта [5], выполненного более крупными ремонтными и сервисными предприятиями. Приобретение подержанной техники часто является правильным решением, особенно в условиях развивающейся экономики. Во всем мире торговля такими машинами приобретает все большее значение. В некоторых странах до 20 % всего рынка оборудования приходится на б/у технику. Только в Германии суммарные объемы продаж подержанного оборудования оцениваются в 13 млрд. EUR, а в Европейском союзе в целом – в 65 млрд. EUR [5].

Основные причины. Во-первых, с помощью б/у техники можно быстрее начать свое дело [5]. Во-вторых, она значительно дешевле [5]. На рынке вторичных машин традиционным и устойчивым

спросом пользуется немецкая техника. Важнейшие преимущества б/у техники из Германии – сравнительно небольшой возраст и хороший уход в период эксплуатации. Конкуренцию немецким тракторам составляет техника из Италии [5], США, Нидерландов и Бельгии [8].

Положительные тенденции в экономике и интенсивное использование техники импортного производства, с одной стороны, облегчили жизнь ее хозяев, а с другой – еще сильнее обострили проблему поддержания ее в работоспособном состоянии. Развитие сельскохозяйственной техники идет по пути усложнения узлов и агрегатов машин, роста энерговооруженности и уровня компьютеризации. Все это влечет за собой усложнение технического сервиса [5].

Сегодня потребителю необходима гарантия незамедлительного и качественного устранения проявляющихся в процессе эксплуатации технических неполадок. Заказчик заинтересован, чтобы техника как можно меньше простаивала по техническим причинам и в первую очередь уменьшились простои в период плановых и аварийных ремонтов [5].

Анализ отказов тракторов фирмы *New Holland* показывает, что фактическое время ТО составляет не 7,39 % времени жизненного цикла, как указано в инструкциях завода-изготовителя [5], а 11,67 %. На аварийный ремонт приходится 10,77 % времени жизненного цикла машины. Почти 30 % времени жизненного цикла машин уходит на вынужденные простои и транспортировку к месту работы [5].

К числу компаний, оказывающих в настоящее время заметное влияние на состояние рынка сервиса импортной [6] сельскохозяйственной техники, можно отнести:

- группу компаний «БелАГРО» – 18 филиалов на территории России [13];
- группу компаний «Россельмаш» – совместное производство тракторов марки *BUHLER*;
- компанию «*John Deere*» - сервисные центры по ремонту и ТО тракторов американского производства;
- компанию «*CLAAS*» – сервисный центр в Санкт-Петербурге, Казани, Красноярске, Улан-Уде;
- ОАО «Агроресурс» – г. Шелехов, Иркутской области;
- группу компаний «*CNH Industrial*» – 96 дочерних предприятий в России (в т. ч. по сборке и сервису тракторов и зернокомбайнов марки *New Holland*);
- ООО «АгроМастерКрасноярск» – официальный дилер *New Holland Agriculture* по Иркутской области и Красноярскому краю;
- другие компании и предприятия.

Решающую роль в повышении технического уровня машин играют двигатели, приводы хода и рабочих органов и непосредственно рабочие органы машин [5]. Анализ характерных неисправностей импортной техники показывает, что подавляющее число неисправностей приходится на двигатели и их навесные агрегаты; 8,9 % неисправностей – на ходовую часть, по 3,8 % – на гидравлику и трансмиссию, 3,6 % – на электропроводку, 1,5 % – на бортовой фрикцион (муфту поворота), 1,2 % отказов дает бортовой редуктор, 0,9 % – радиатор [3].

Таким образом, безотказная работа сельскохозяйственной техники [5] определяется в первую очередь качеством ремонта двигателя и его навесных агрегатов. Сегодня в качестве основного источника энергии доминируют дизельные двигатели преимущественно жидкостного охлаждения [2].

На сегодняшний день практически вся импортная [7] сельскохозяйственная техника эксплуатируется «по наработке». Однако, все более остро встает задача обеспечения научного прогнозирования остаточного ресурса машин для обеспечения безаварийной работы в заданный промежуток времени, что особенно важно в условиях старения парка.

Переход от эксплуатации «по наработке» к эксплуатации «по состоянию» или к смешанной системе технического обслуживания сельскохозяйственной техники представляется все более насущным [5].

Эффективность использования сельскохозяйственной техники в значительной степени зависит от ее обеспечения запасными частями. Их поставка является важнейшей составляющей качественного сервиса. Сегодня, когда часть предприятий остались за пределами России, запчастей для отечественной техники не хватает. И если во всем мире сроки их поставки обычно не превышают трех суток, в России они могут достигать 6 – 7 месяцев [5].

Известно, что гарантией надежности и безопасности импортной техники является использование оригинальных и запасных частей, выпускаемых признанными оптовыми производителями. Одновременно с поставками из-за рубежа создаются условия для производства их отечественных аналогов. Структура спроса на рынке запасных частей сельскохозяйственных машин и механизмов определяется кроме, естественно, условий эксплуатации следующими факторами [5]:

- финансовым состоянием хозяйствующих субъектов;
- удельным весом машин импортного производства;
- сроком эксплуатации соответствующих машин.

Очевидно, что между спросом на машины и запасные части и техническим обслуживанием существует взаимосвязь – спрос на запасные части зависит от спроса на машины [5], а тот, в свою очередь, определяется уровнем их обеспечения запасными частями. По этим причинам производство и реализация запасных частей – один из наиболее перспективных и прибыльных сегментов не только рынка агротехнического сервиса машин, но и российского рынка сельскохозяйственной продукции в целом [5]. По экспертным оценкам его стоимостный объем составляет приблизительно 25 % от суммарного объема рынка сельскохозяйственной техники.

Таким образом, можно утверждать, что рынок импортных машин в сельском хозяйстве России сформировался [5]. Определились его секторы: поставки новой техники; техники, бывшей в эксплуатации; запасных частей и расходных материалов, гарантийное и послегарантийное обслуживание; капитальный ремонт и восстановление базовых узлов и агрегатов. В каждом из этих секторов есть предложение услуг, способных удовлетворить требования наиболее взыскательных владельцев техники. При примерно равном качестве машин, производимых мировыми компаниями, именно профессионализм дилеров и сервисных фирм определяет успех той или иной марки на конкретном рынке. Надежное техническое обслуживание становится главным козырем в жестокой борьбе на выживание. С большой долей вероятности можно прогнозировать усиление конкуренции на рынке сервиса импортной сельскохозяйственной техники [5].

Будущее отечественного рынка технического сервиса импортной сельскохозяйственной техники за специализированными российскими компаниями, имеющими разветвленную сеть филиалов по всей территории России, в том числе и за ее пределами, располагающими штатом высококвалифицированных менеджеров и механиков, прошедших обучение в фирменных центрах или специальных комплексных учебных заведениях завода-производителя [5].

Наличие таких компаний позволит сдерживать ценовые рамки на сменно-обменные элементы, для сельскохозяйственных предприятий имея прямые контакты с заводами-изготовителями и не нарушая при этом государственных законов о монополизации рынков сбыта отраслей народного хозяйства, в том числе и АПК страны.

Список использованных источников

1. Верховин, А.И. Оценка производственной деятельности крестьянских (фермерских) хозяйств по комплексному показателю / А.И. Верховин, И.П. Терских // Механизация и электрификация с/х производства в условиях Восточной Сибири: юбилейный сб. науч. тр. – Иркутск: ИрГСХА, 1999. – С. 107-112.
2. Галиев, И.Г. Повышение эффективности эксплуатации тракторов путем обеспечения их работоспособности для различных условий аграрного производства: Автореф... дис. докт. техн. наук: 05.20.01/ И.Г. Галиев – Казань, 2003. – 40 с.
3. Губер, К.В. Тенденции развития техники для орошения на ближайший период/ К.В. Губер, Г.П. Ямперт., М.Ю. Храбров., В. П. Степанов// Тракторы и сельскохозяйственные машины. 1995. - №8. - С. 5 - 9.
4. Глазков, Ю. Е. Развитие информационного обеспечения управления АПК / Ю. Е. Глазков, Д. В. Доровских // Импортзамещающие технологии и оборудование для глубокой комплексной переработки сельскохозяйственного сырья : материалы I Всероссийской конференции с международным участием, Тамбов, 24–25 мая 2019 года. – Тамбов: Тамбовский государственный технический университет, 2019. – С. 524-530.
5. Глазков, Ю. Е. Применение цифровых технологий при планировании работы машинотракторного парка / Ю. Е. Глазков, Д. В. Доровских // Научное обеспечение инженерно-технической системы АПК: проблемы и перспективы : 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, 11–13 декабря 2019 года. – Ижевск: Ижевская государственная сельскохозяйственная академия, 2020. – С. 18-23.
6. Международный рынок строительного оборудования. Диплом. [Электронный ресурс] Режим доступа <http://bibliofond.ru> свободный
7. Моделирование систем массового обслуживания [Электронный ресурс] Режим доступа <http://inethub.olvi.net.ua> свободный.

8. Расчет и выбор организационных форм и средств технического обслуживания МТП в отделении (бригаде) сельскохозяйственного предприятия с использованием ПК : метод. указ. к расчетно-граф. работе / Иркут. гос. с.-х. акад. ; сост. И.П. Терских // Иркутск : ИрГСХА, 2002. – 35 с.
9. Стратегия машинно-технологической модернизации сельского хозяйства Рос-сии на период до 2020 года / Ю.Ф. Лачуга и др.; – М. : ФГНУ «Росинформагротех», 2009. – 80 с.
10. Терских, И.П. Научные основы функциональной диагностики МТА : Автореф... дис. докт. техн. наук : 05.20.03. Л., 1973. – 51 с.
11. Терских, И.П. Надежность процесса уборки зерновых прямым комбайнированием / И.П. Терских, Н.И. Овчинникова, В.М. Вильчинский // Издательство ГО-УДПО, Иркутск, 2002. – 360с.
12. Финансовые вложения эмитента. Отчет [Электронный ресурс] Режим доступа <http://lib.znate.ru> свободный.
13. Шистеев, А.В. Обеспечение работоспособности иностранных тракторов с использованием сменно-обменных элементов при техническом сервисе: Дис. ... канд. техн. наук: 05.20.01 / А.В. Шистеев. – Иркутск, 2016. – 157 с.

УДК 636.4.084

68.85.39: Механизация и электрификация в животноводстве

СМЕСИТЕЛЬ СУХИХ РАССЫПНЫХ КОРМОСМЕСЕЙ С АКТИВНЫМ КАНАЛОМ ОБРАТНОГО ХОДА

Кажияхметова А.А.,

*ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», аспирант,
ЧВПОУ Западно-Казахстанский инновационно-технологический университет, старший
преподаватель
e-mail: aiioka@mail.ru*

Ведищев С.М.,

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

Бралиев, М.К.,

*НАО «Западно-Казахстанский аграрно-технический университет им. Жангир хана»,
доцент, доцент высшей школы агроинженерии
e-mail: braliyevm@mail.ru*

Иванов А.С.,

ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», студент,

Введение. В линиях приготовления кормов широкое применение находят шнековые рабочие органы. К их преимуществам можно отнести возможность перемещать различные по составу и консистенции корма. Они просты по конструкции, надежны в работе [1, 2, 3].

При смешивании концентрированных кормов, имеющих высокую стоимость и биологическую ценность, применение смесителей, выпускаемых промышленностью, не позволяет в полной мере использовать продуктивный потенциал животных. Это связано с тем, что качество получаемых кормосмесей не всегда соответствует зоотехническим требованиям. Работа смесителя связана со значительными энергозатратами [4, 5, 6].

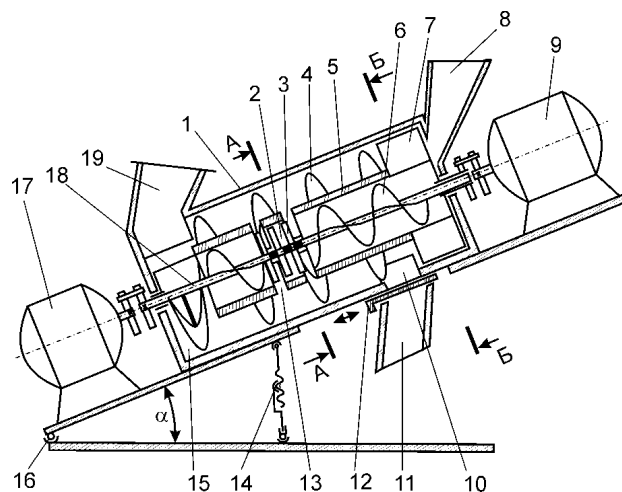
Основная часть. Нами разработан смеситель, который включает корпус 1, загрузочный бункер 19, бункер добавок 8 и выгрузной патрубков 11, перекрываемый заслонкой 12, шнек 4, загрузочная 15 и выгрузная 10 части которого соединены каналом 5 обратного хода, расположенного внутри шнека 4 (рисунок 1). Внутри канала 5 обратного хода установлен дополнительный шнек 6 с валом 18, имеющий диффузионные участки 2 с плоскими лопатками 3 вдоль вала 18. Напротив лопаток 3 в канале 5 обратного хода имеются выгрузные отверстия 13 в виде щелей шириной, превышающей размер характерных частиц корма. В конце шнека 4 закреплены тангенциально изогнутые лопасти 7 с наклоном навстречу движения корма. Механизм изменения угла α наклона корпуса 1 к горизонту включает установленный на оси 6 корпус 1 и винтовым механизмом 14.

Для выгрузки корма имеется патрубок 11, перекрываемый заслонкой 12. Шнек 4 и дополнительный шнек 6 имеют приводы 9 и 17 соответственно.

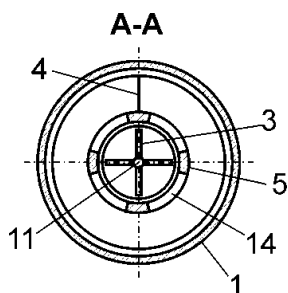
Технологический процесс работы смесителя осуществляется следующим образом. Смешиваемые компоненты из загрузочного бункера 19 поступают в загрузочную часть 15 корпуса 1. Одновременно добавки из бункера 8 подаются в канал 5 и затем дополнительным шнеком 6 в загрузочную часть 15 корпуса 1. Шнек 4 перемещает смешиваемые компоненты из загрузочной части 15 по наклонному корпусу 1 вверх к выгрузной части 10. При этом под действием шнековой навивки происходит перемешивание компонентов смеси.

В выгрузной части 10 шнека 4 кормовая смесь поднимается тангенциально изогнутыми лопастями 7 и пересыпается в канал 5 обратного хода. Для исключения сегрегации при самопроизвольном пересыпанию корма величина угла α наклона корпуса 1 устанавливается винтовым механизмом 14 меньше угла трения корма. Перемещение компонентов корма внутри канала 5 обратного хода от выгрузной части 10 к загрузочной части 15 происходит под действием дополнительного шнека 6 и вращения канала 5 обратного хода.

а)



б)



в)

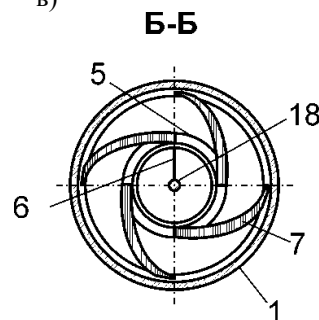


Рисунок 1 –Смеситель с активным каналом обратного хода: а – схема; б – разрез А-А; в - разрез Б-Б

На участке 2 диффузионного смешивания под действием вращающихся лопаток 3 корм перемешивается и частично через щелевые отверстия 13 из канала 5 обратного хода пересыпается на шнек 4, а частично по каналу 5 обратного хода перемещается в загрузочную часть 15 шнека 4.

По окончании перемешивания открывается заслонка 12 и готовая смесь выгружается через патрубок 11.

В результате принятой схемы смесителя снижается время смешивания за счет разделения потоков кормовой смеси на участке диффузионного смешивания при движении по каналу обратного хода под действием лопаток в дополнительном шнеке и щелевых отверстий в канале обратного хода, а также взаимопроникновению потоков материала при движении кормосмеси под действием шнека от участка загрузки к участку выгрузки.

Заключение. Наклонное расположение корпуса к горизонту дает возможность устанавливать заданный режим движения материала при смешивании различных компонентов корма.

Предложенный смеситель за счет интенсификации движения корма в корпусе смесителя позволяет получить необходимое качество кормосмеси за меньше время при пониженных энергозатратах.

Список использованных источников

1. Ведищев, С.М. Исследование энергозатрат шнекового дозатора-смесителя / С.М. Ведищев, А.В. Прохоров, А.И. Завражнов, Н.В. Хольшев, А.А. Кажияхметова // Вестник Рязанского ГАТУ им. П.А. Костычева. - 2019. - №2(42). - С.96-102.
2. Коновалов, В.В. Обоснование технических средств приготовления и выдачи кормов в свиноводстве / В.В. Коновалов. Пенза: Пенз. гос. с.-х. акад., 2005. 312 с.
3. Ведищев, С.М. Механизация приготовления кормов. Часть 2. [электронный ресурс] / С.М. Ведищев, В.П. Капустин, Ю.Е. Глазков, А.В. Милованов, А.В. Прохоров, Н.В. Хольшев, А.В. Брусенков. – Тамбов: Изд-во ФГБОУ ВПО «ТГТУ», 2015. – 127 с.
4. Ульянов, В.М. Шнеково-лопастной смеситель для приготовления кормов / В.М. Ульянов, В.В. Утолин, А.А. Полункин, Е.Е. Гришков // Механизация и электрификация сельского хозяйства. -2013. - №6. – С. 11-12.
5. Ведищев, С.М. Анализ малогабаритных комбикормовых агрегатов / С.М. Ведищев, А.А. Кажияхметова, Н.В. Хольшев // Импортзамещающие 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. 135-151.
6. Ведищев, С.М. Аналитическое исследование оптимальной частоты вращения комбинированных рабочих органов смесителя / С.М. Ведищев, Н.В. Хольшев, А.В. Прохоров, А.А. Кажияхметова, М.К. Бралиев // Наука в центральной России. - 2019. - №2(38). - С.65-71.

УДК 631.363.23

68.85.39: Механизация и электрификация в животноводстве

ИССЛЕДОВАНИЕ УСИЛИЙ РЕЗАНИЯ КОРНЕКЛУБНЕПЛОДОВ

Ведищев С.М.,

*ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», профессор,
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,
ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт использования техники
и нефтепродуктов в сельском хозяйстве, профессор, главный научный сотрудник,
e-mail: serg666_65@mail.ru*

Брусенков А.В.,

*ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», доцент,
доцент кафедры Агроинженерия,
e-mail: aleksei_brusenkov@mail.ru*

Прохоров А.В.,

*ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», доцент,
доцент кафедры Агроинженерия,
e-mail: pav1981@bk.ru*

Сиднев А.А.,

*ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», студент,
e-mail: artem.sidnev.886@yandex.ru*

Введение. Продуктивность коров на 60...65% определяется их кормлением. Для повышения эффективности усвояемости кормов большое влияние оказывают способы их подготовки и переработки. Наибольший эффект дает приготовление полнорационных кормосмесей с предварительно подготовленными компонентами и добавками. Применение корнеплодов позволяет решить введение в рационы

животных необходимого количества сахара и крахмала, снизить кислотность в рубце и как следствие увеличить продуктивность и качество получаемой продукции КРС [1, 7, 8].

Корнеклубнеплоды являются ценным источником молокогонного корма для сельскохозяйственных животных, особенно в зимний стойловый период и относятся к группе сочных кормов [1, 7, 8].

Скармливание корнеклубнеплодов положительно влияет на процессы перевариваемости, стимулирует лактацию, обеспечивает рационы необходимым количеством сахара. В хозяйствах с высокой молочной продуктивностью коров доля корнеклубнеплодов в сочных кормах достигает 40...50%. Перевариваемость питательных веществ корнеклубнеплодов не уступает молодой пастбищной траве. Они способствуют лучшему усвоению грубых кормов [7].

Одним из основных способов повышения эффективности использования корнеклубнеплодов является измельчение, которое проводят с целью ускорения процессов переваривания кормов в желудке животных и повышения усвояемости питательных веществ. Это связано с тем, что скорость переваривания питательных веществ зависит от площади поверхности частиц корма [7].

Измельчение – сложный энергоемкий процесс, на который оказывают большое влияние прочностные свойства корнеклубнеплодов [2, 3, 4, 6, 7, 9].

Однако из-за большого разнообразия физико-механических свойств кормов, широкого спектра конструкций измельчителей процесс измельчения исследован недостаточно.

Методы исследования. Для изучения прочностных свойств корнеклубнеплодов в Тамбовском государственном техническом университете была разработана методика и установка, схема и общий вид которой представлены на рисунке 1 [2, 5].

Установка состоит из неподвижной рамки 3. В направляющих 2 и 8 рамки 3 установлен стержень, состоящий из двух частей: верхней 4 и нижней 13, причем нижняя часть вставлена в верхнюю с возможностью перемещения. Между верхней и нижней частями на чашках вставлена пружина 6. С верхней 5 и нижней 7 чашками связан передаточный механизм 16 указателя 15 пишущего устройства 14. К нижней части 13 стержня крепится винтом фиксации указатель 9 угла наклона сменного рабочего органа 12 [2, 4].

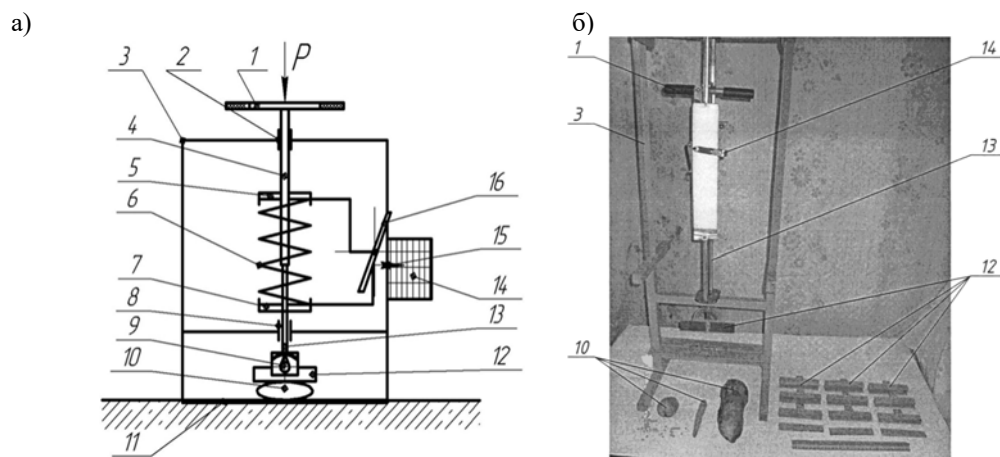


Рисунок 1 – Установка по исследованию усилий прочностных свойств корнеклубнеплодов:

- а – схема установки; б – общий вид установки; 1 – рукоятка; 2, 8 – направляющие;
- 3 – неподвижная рамка; 4 – верхняя часть стержня; 5 – верхняя чашка; 6 – пружина;
- 7 – нижняя чашка; 9 – указатель угла установки рабочего органа; 10 – исследуемый корнеклубнеплод;
- 11 – рабочий стол; 12 – рабочий орган; 13 – нижняя часть стержня; 14 – пишущее устройство;
- 15 – указатель; 16 – передаточный механизм

При исследовании усилий разрушения закрепляли в пишущем устройстве миллиметровую бумагу, нажимали на рукоятку и отмечали линию рабочего стола. Укладывали на рабочий стол 11 по центру стержня исследуемый корнеклубнеплод 10. Плавно нажимали на рукоятку до полного разрушения исследуемого образца. Величина горизонтального и вертикального перемещений указателя отмечается на листе миллиметровой бумаги в пишущем устройстве в виде кривой. Затем вынимали миллиметровую бумагу с полученной кривой. Используя численные методы дифференцирования строили графики зависимостей [5].

Для исследования усилий резания корнеклубнеплодов закрепляли в качестве рабочего органа 12 режущий элемент. Угол наклона режущего элемента относительно рабочего стола контролировали на

указателе 9 (рисунок 1). Были изготовлены ножи с углами заточки 25, 30 и 35°. Угол наклона ножей относительно стола изменяли от 0 до 35° с интервалом через 5°.

По результатам исследований усилий резания размер образца 0,029×0,029×0,029 м строили графики зависимостей:

$$q_m = f(\tau), \quad (1)$$

$$q_m = f(j_2), \quad (2)$$

где q_m - удельная линейная сила ножа, Н/м;

τ - угол наклона лезвия ножа, град;

j_2 - угол заточки лезвия ножа, град.

Удельную линейную силу ножа находили по формуле [9]:

$$q_m = \frac{N_{hp}}{\Delta S}, \quad (3)$$

где N_{hp} - нормальная сила резания, Н;

ΔS - длина нагруженного участка лезвия ножа, м.

Нормальную силу N_{hp} находили по выражению:

$$N_{hp} = P_{hc} \cos \tau. \quad (4)$$

Длину нагруженного участка лезвия ножа находили по выражению:

$$\Delta S = \frac{b}{\cos \tau}, \quad (5)$$

где b - ширина образца измельчаемого корнеклубнеплода, м.

Результаты исследования. По результатам экспериментов выявлены зависимости усилий резания от угла заточки ножа γ_2 и угла наклона лезвия τ ножа, представленные на рисунках 2 и 3. При увеличении угла γ_2 снижается удельная сила воздействия ножа, которая имеет не линейный характер. Более интенсивное снижение наблюдается при $\gamma_2 > 30^\circ$. Это связано с уменьшением усилия на деформацию корнеклубнеплодов [4].

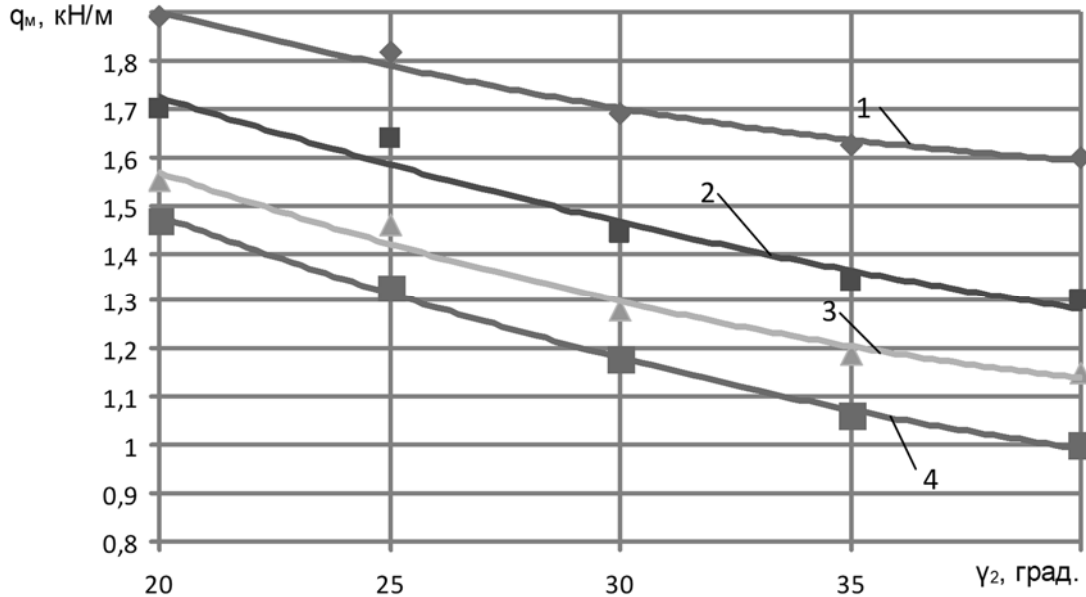


Рисунок 2 – Зависимость удельной линейной силы ножа q_m от угла заточки лезвия ножа γ_2 :

1 – угол наклона лезвия ножа $\tau = 0^\circ$; 2 – угол наклона лезвия ножа $\tau = 25^\circ$;

3 – угол наклона лезвия ножа $\tau = 30^\circ$; 4 – угол наклона лезвия ножа $\tau = 35^\circ$

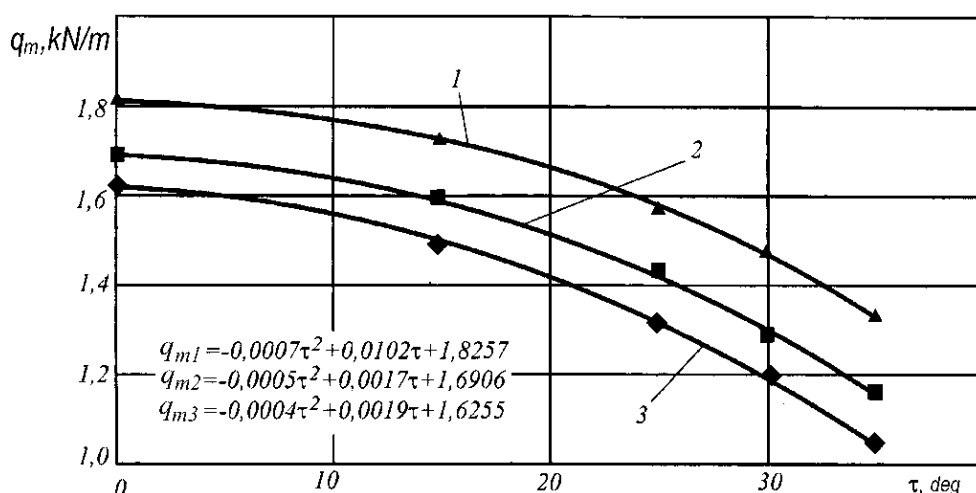


Рисунок 3 – Зависимость удельной линейной силы ножа q_m от угла наклона лезвия ножа τ :

1–угол заточки лезвия ножа $\tau = 25^{\circ}$; 2–угол заточки лезвия ножа $\tau = 30^{\circ}$; 3–угол заточки лезвия ножа $\tau = 35^{\circ}$

Максимальное значение (рисунок 3) удельная сила воздействия ножа имеет при угле наклона лезвия относительно противорежущей пластины (стола) $\tau = 0$. При увеличении угла τ удельная сила воздействия ножа q_m снижается. Более интенсивное снижение удельной силы воздействия ножа наблюдается при угле наклона $\tau > 25^{\circ}$. Это связано с кинематической трансформацией угла заточки лезвия [4].

Выводы. Разработанная методика и установка исследования прочностных свойств корнеклубнеплодов позволяет определить зависимость удельной линейной силы ножа от угла его заточки и угла наклона относительно противорежущей пластины.

Для минимизации энергозатрат при резании рациональные значения угла заточки лезвия ножа должны быть $30 \dots 35^{\circ}$, а угла наклона лезвия ножа к противорежущей пластине – $25 \dots 35^{\circ}$.

Список использованных источников

1. Боярский, Л.Г. Технология кормов и полноценно кормление сельскохозяйственных животных [текст] / Л.Г. Боярский // Серия «Ветеринария и животноводство». – Ростов н/Дону: Феникс, 2001. – 416 с.
2. Брусенков, А.В. Исследование прочностных свойств корнеклубнеплодов [текст] / А.В. Брусенков, С.М. Ведищев, А.В. Прохоров // Вопросы современной науки и практики. Университет имени В.И. Вернадского. – Тамбов: Изд-во ФГБОУ ВПО «ТГТУ», 2014 – №1 (50). – С. 99-102.
3. Брусенков, А.В. Обзор машин для измельчения корнеклубнеплодов [текст] / А.В. Брусенков, С.М. Ведищев, А.В. Прохоров // Материалы международной научно-практической конференции, посвященной 80-летию со дня рождения Кобы В.Г. – Саратов: Издательство КУБиК, 2011. – С. 13-17.
4. Брусенков, А.В. Экспериментальное исследование усилий резания лезвием корнеклубнеплодов [текст] / А.В. Брусенков, С.М. Ведищев // Вопросы современной науки и практики. Университет имени В.И. Вернадского. – Тамбов: Изд-во ФГБОУ ВПО «ТГТУ», 2011. – №2 (33) – С. 64-67.
5. Веденяпин, Г.В. Общая методика экспериментального исследования и обработки опытных данных [текст] / Г.В. Веденяпин. – М.: Колос, 1973. – 194 с.
6. Ведищев С.М., Брусенков А.В., Прохоров А.В. Совершенствование измельчающего аппарата для клубнемойки ИКМ – 5М [текст] / С.М. Ведищев, А.В. Брусенков, А.В. Прохоров // Сельский механизатор, 2006. – №6 – С. 25.
7. Механизация приготовления кормов [Электронный ресурс]: учебное пособие для бакалавров и магистров, обучающихся по направлению «Агроинженерия», а также аспирантов и работников сельскохозяйственных предприятий: в 2 ч. / С.М. Ведищев, В.П. Капустин, Ю.Е. Глазков и др. – Тамбов: Изд-во ФГБОУ ВПО «ТГТУ», 2015. - 2 электрон. опт. диска (CD-ROM).
8. Практикум по кормлению сельскохозяйственных животных [текст] / Л.В. Топорова, А.В. Архипов, Р.В. Басарабова и другие. – М.: Колос, 2007. – 296 с.
9. Ульянов, В.М. Определение энергетических показателей измельчителя стебельчатых кормов / В.М. Ульянов, В.В. Коновалов // Сборник научных трудов: Актуальные проблемы и их инновационные решения в АПК. – Рязань, 2011. – С. 73-76.

ДОЗАТОР-СМЕСИТЕЛЬ СУХИХ РАССЫПНЫХ КОРМОСМЕСЕЙ

Кажияхметова А.А.,

*ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», аспирант,
ЧВПОУ Западно-Казахстанский инновационно-технологический университет,
старший преподаватель
e-mail: aiioka@mail.ru*

Ведищев С.М.,

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

Бралиев М.К.,

*НАО «Западно-Казахстанский аграрно-технический университет им. Жангир хана»,
доцент, доцент высшей школы агроинженерии
e-mail: apavlovv@rambler.ru*

Павлов А.Г.,

*ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», доцент,
доцент кафедры Агроинженерия,
e-mail: apavlovv@rambler.ru*

Рыбин Г.В.,

*ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», студент,
e-mail: enot1237@gmail.com*

В настоящее время наблюдается тенденция приготовления комбикормов в самом хозяйстве, так как это экономически выгоднее – свои комбикорма значительно дешевле. В небольших хозяйствах применяют малогабаритные комбикормовые агрегаты, обеспечивающие производство комбикорма в хозяйстве из доступных компонентов по общепринятым рецептам или по рецептам, составленным специалистами хозяйства. Сравнительно небольшая их стоимость и достаточно быстрая окупаемость обуславливают широкое их распространение. Основной тенденцией совершенствования таких агрегатов является снижение их энергоемкости и металлоемкости, но не в ущерб качеству приготавливаемых кормов [7].

В настоящее время существуют несколько типовых технологических схем производства комбикорма в условиях хозяйств. К ним относятся [7, 10]:

- последовательно-параллельная подготовка всех компонентов и одноразовое дозирование (классическая схема);
- формирование предварительных смесей зернового, белково-минерального сырья с повторным дозированием;
- формирование предварительных смесей зернового, белково-минерального сырья без повторного дозирования;
- прямоточный метод.

Для работы в условиях хозяйства наиболее предпочтительна схема формирования предварительных смесей зернового, белково-минерального сырья с повторным дозированием (рис. 1) [6].

При такой технологической схеме образуется одна или несколько различных смесей, что задается конкретными потребностями производства и последовательностью выполнения работ. Предварительно сформированные смеси поступают в наддозаторные бункеры, далее на повторное дозирование через линию основного дозирования смешивания. При параллельной работе линий производится обработка предварительных смесей в потоке. Предусмотренное повторное дозирование несколько усложняет и удорожает технологию, но при этом повышается точность дозирования, обеспечивающая более высокое качество кормов [6, 10].

При любой технологической схеме при производстве сухих рассыпных кормосмесей обязательными является операция по смешиванию и наличие машины для выполнения этой операции –

смеситель кормов [7]. Как видно из рис. 1 в рассмотренной технологической схеме предусмотрено наличие нескольких смесителей. Основной задачей любого смесителя является обеспечение требуемого качества смеси, достигаемого при минимальной удельной энергоёмкости [1, 2, 5, 6].

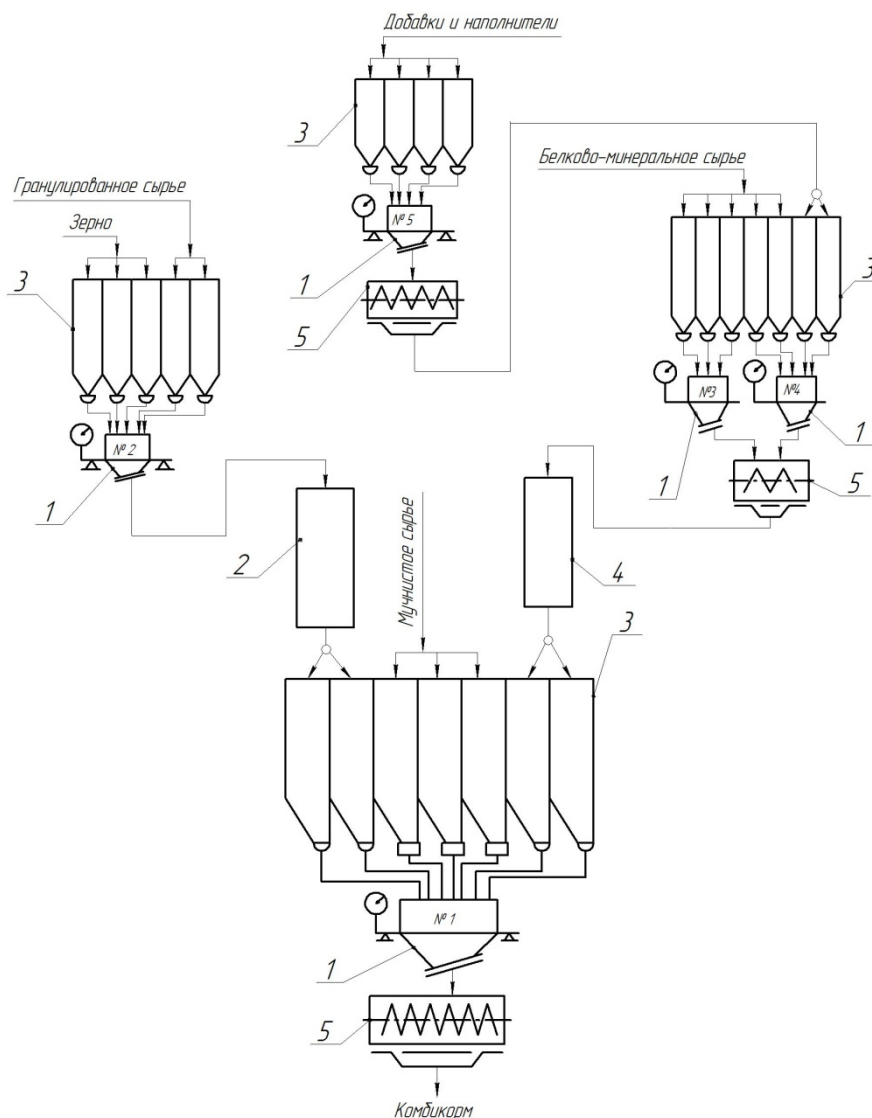


Рисунок 1 – Технологическая схема приготовления комбикормов с формированием предварительных смесей: 1 – многокомпонентные весовой дозатор; 2 – обработка предварительной смеси; 3 – наддозаторные бункеры; 4 – обработка предварительной смеси белково-минерального сырья; 5 – порционный смеситель кормов

К качеству смеси предъявляются достаточно жесткие зоотехнические требования. Сбалансированные кормовые смеси могут содержать до 50 различных компонентов [4, 7]. Для обогащения кормовых смесей используют премиксы, в состав которых включены витамины, антибиотики, различные лекарственные вещества, синтетические аминокислоты, микроэлементы и биостимуляторы. Эти добавки вводят в комбикорма в малых дозах, составляющих от 0,01 до 0,001% [7]. Поэтому так важно применение смесителей обеспечивающих высокую однородность. Качество смешивания считается удовлетворительным, если неоднородность смеси не превышает 10% [10]. Зоотехнические требования устанавливают минимум однородности смеси: для свиней – 85 %; для птицы – 90 %; для КРС – 80 % (с вводом карбамида – 90 %); для комбикормов собственного производства – 90...95 % [4].

Конструкция смесителей должна удовлетворять ряду требований [4]: достаточная производительность и достаточное качествоготавливаемых кормовых смесей; при смешивании частицы компонентов корма не должны разрушаться; дозировку компонентов корма надо изменять без дополнительных приспособлений; процесс загрузки компонентов в бункер смесителя должен быть механизирован;

соответствие требованиям безопасности и санитарно-гигиеническим; высокая эксплуатационная надежность и простота в обслуживании; долговечность работы.

В настоящее время существует большое разнообразие различных конструкций смесителей выпускаемых промышленностью и отдельных образцов, разработанных научно-исследовательскими институтами и конструкторскими бюро, изготовленных аспирантами и соискателями вузов, а также специалистами и рационализаторами предприятий, большое количество конструктивных схем предлагается в патентах и авторских свидетельствах. Одной из основных задач при проектировании новой конструкции смесителя является уменьшение энергоемкости процесса смешивания при соответствии получаемой смеси зоотехническим требованиям. Одним из путей достижения этих требований является совершенствование рабочих органов смесителей и оптимизация режимов их работы.

Для определения наиболее перспективных конструктивно-технологических схем смесителей был проведен анализ существующих конструкций. На основании имеющихся классификаций была разработана уточненная, которая приведена на рис. 2 [1, 2, 3, 4, 5, 9].

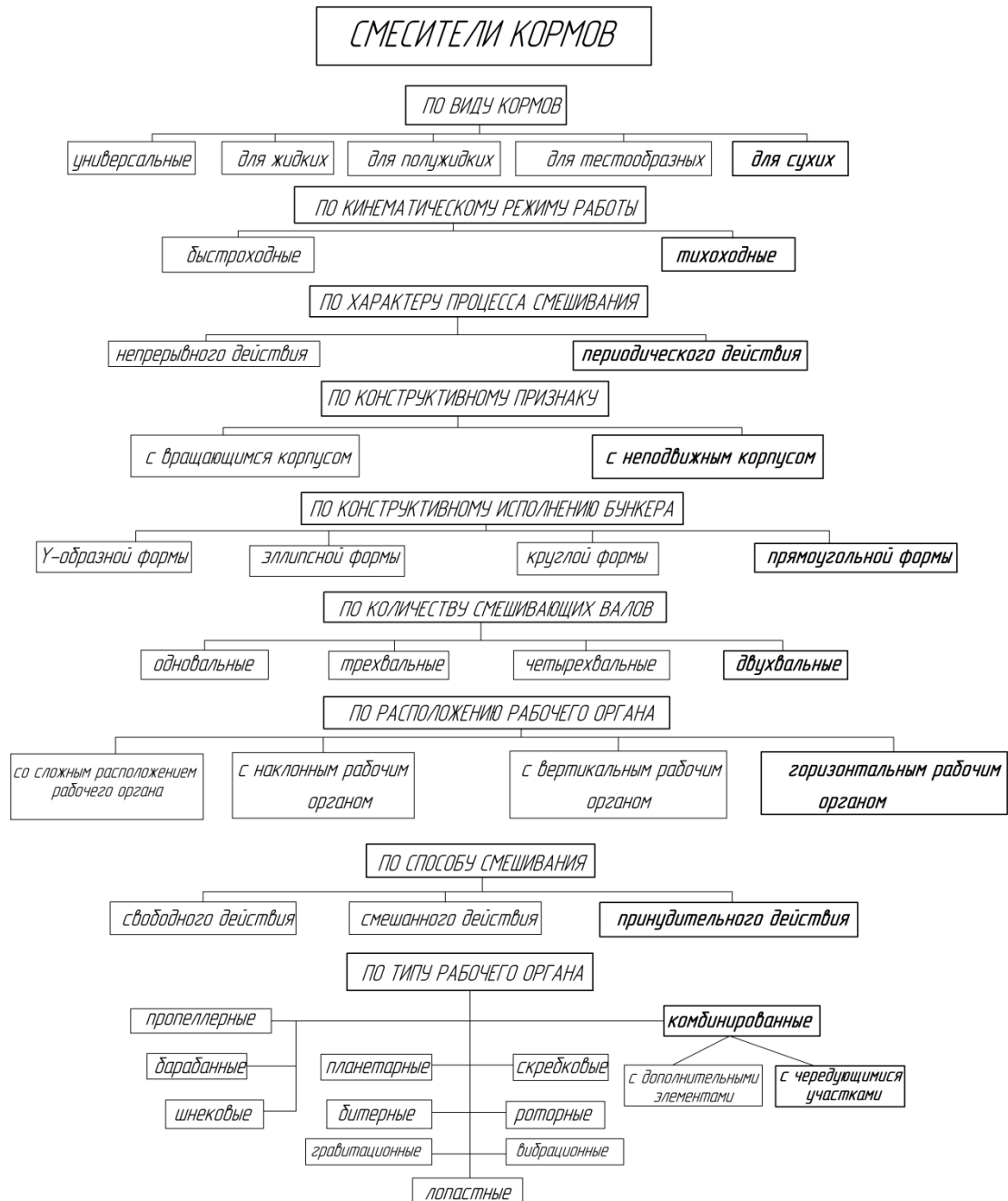


Рисунок 2 - Классификация смесителей кормов

Все смесители классифицируются по ряду признаков. По своему производственному назначению имеются смесители для смешивания сухих, жидких, полужидких и тестообразных кормов, а также универсальные [4]. Предпочтительным является создание смесителя для приготовления сухих рассыпных кормов.

По кинематическому режиму работы в зависимости от частоты вращения рабочих органов смесители можно разделить на тихоходные и быстроходные [4, 10]:

$$k = \frac{\omega^2 R}{g}, \quad (1)$$

где ω - угловая скорость, с^{-1} ;

R – радиус вращения, м.

Если $k < 30$, то смеситель считается тихоходным, если $k > 30$, то быстроходным.

По характеру процесса смешивания все смесители разделяют на смесители непрерывного действия и периодического. В смесителях периодического действия можно менять в процессе работы технологические параметры, вводить добавки в любой последовательности [5].

По конструктивному признаку смесители бывают с неподвижным или вращающимся бункером. Наличие вращающегося бункера, который, как правило, не закрыт защитным кожухом, обуславливает повышенную опасность для обслуживающего персонала. В комбикормовой промышленности наибольшее применение получили смесители с неподвижным бункером [8, 10].

Количество валов с рабочими органами в смесителе может быть различно. Одновальные смесители не могут обеспечить всех зоотехнических норм. В настоящее время наибольшее применение получили машины с двумя и тремя валами [9].

Ось вала рабочих органов может быть расположена как вертикально, так и горизонтально, существуют смесители и с наклонным [8] расположением рабочего органа. Преимущества смесителей с наклонными рабочими органами заключаются в лучшей организации циркуляции компонентов корма с исключением застойных зон, прессования и фракционирования кормов [8].

По способу смешивания перемешивание компонентов в смесителе может осуществляться свободно (под действием сил гравитации), принудительно и смешанно. К преимуществам гравитационных смесителей можно отнести: простоту и надежность конструкции, отсутствие движущихся рабочих органов, малые удельные затраты энергии. Их недостатки: низкое качество смешивания, необходимость точного дозирования из-за низкой сглаживающей их способности, возможность перемешивания материалов только с хорошей и в отдельных случаях — средней сыпучестью [5, 9].

Для приготовления кормосмесей из сухих компонентов с различными добавками широкое применение нашли шнековые смесители периодического действия [2, 4, 5, 8, 9, 10].

На основании рассмотренной классификации и проведенного анализа существующих конструктивных схем смесителей было установлено, что многие из них сложны по конструкции и не надежны в работе, качество получаемой кормовой смеси не всегда соответствует зоотехническим требованиям, имеют большую потребляемую мощность и продолжительное время смешивания. Основной упор в решении задачи повышения эффективности смесителей сделан на модернизацию существующих типов смесителей за счет организации максимального упорядоченного перемещения частиц путем использования дополнительных устройств и способов смешивания. Наиболее предпочтительным направлением совершенствования конструкций смесителей является применение комбинированных рабочих органов. Перспективным направлением в совершенствовании конструкций смесителей кормов, по нашему мнению, является создание тихоходного смесителя периодического действия с неподвижным корпусом и наклонно расположенными принудительно смешивающими комбинированными рабочими органами с чередующимися участками, позволяющего получать кормовую смесь в соответствии с зоотехническими требованиями и низкими удельными затратами энергии.

Список использованных источников

1. Боровиков, И.А. Снижение энергоемкости приготовления комбикормов с обоснованием конструктивно-технологических параметров смесителя: дис. ... канд. техн. наук: 05. 20. 01 / Боровиков Игорь Александрович. – Пенза, 2006. – 200 с.
2. Ведищев, С. М. Обоснование перспективного шнеколопастного смесителя [Текст] / С.М. Ведищев, Н.В. Хольшев, А.В. Прохоров // Труды ТГТУ: сборник научных статей молодых ученых и студентов / Тамб. гос. техн. ун-т. – Тамбов, 2008. – 320 с. – Вып. 21., с.12 - 16.
3. Завражнов, А.И. Механизация приготовления и хранения кормов [Текст] / А.И. Завражнов, Д.И. Николаев. – М.: Агрпроимиздат, 1990. – 336 с.

4. Коба, В.Г. Механизация и технология производства продукции животноводства [Текст] / В.Г. Коба, Н.В. Брагинец, Д.Н. Мурсусидзе, В.Ф. Некрашевич – М.; Колос, 1999. – 528 с.
5. Коновалов, В.В. Обоснование технических средств приготовления и выдачи кормов в свиноводстве [Текст] / В.В. Коновалов. - Пенза: РИО ПГСХА, 2005. - 314 с.
6. РД. 10.19.2.-90 - Руководящий документ. Испытания сельскохозяйственной техники: Машины и оборудования для приготовления кормов: Методы испытаний - М., 1990.- 20 с.
7. Ревякин, Е. Л. Опыт освоения современных технологий и оборудования для внутрихозяйственных комбикормовых предприятий [Текст] / Е.Л. Ревякин, В.И. Пахомов - ФГНУ «Росинформагротех», 2009. – 80 с.
8. Федоренко, В.Ф. Зарубежные машины и оборудование для животноводства: Кат. Ч. 2. [Текст] / В.Ф. Федоренко, Д.С. Буклагин, Н.П. Мишуоров, Т.Н. Кузьмина. – М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2007. - 176 с.
9. Хольшев, Н.В. Изучение смесителей кормов [Электронный ресурс]: лабораторные работы для студентов, обучающихся по направлению 110800.62 "Агроинженерия" / сост.: Н.В. Хольшев, С.М. Ведищев, А.В. Прохоров. - Тамбов: Изд-во ФГБОУ ВПО "ТГТУ", 2014. - 1 электрон. опт. диск (CD - ROM).
10. Шаршунов, В.А. Машины и оборудование для производства комбикормов: Справ. пособие [Текст] / В.А. Шаршунов, А.В.Червяков, С.А.Бортник, Ю.А. Пономаренко. - Мн.: Экоперспектива, 2005. - 487 с.

УДК 67.05

68.85.39: Механизация и электрификация в животноводстве

АНАЛИЗ СПОСОБОВ ХРАНЕНИЯ И ВЫГРУЗКИ ТРУДНОСЫПУЧИХ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ МАТЕРИАЛОВ

Колесников Д.Л.,

*ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», студент,
e-mail: kolesnikov.di@list.ru*

Комбикормовые и животноводческие предприятия являются наиболее крупными потребителями отходов зерновых производств (отруби, щуплое и битое зерно и т.п.), муки животного и растительного происхождения, шрота, жмыха, мела, белково-витаминных добавок (БВД), премиксов, относящихся к трудносыпучим материалам. Объем погрузо-разгрузочных и транспортно-складских операций с данным сырьём составляет миллионы тонн [13].

Принципиальная схема доставки и хранения запасов сырья и готовых кормовых смесей для животноводства представлена на рисунке 1. Автомобильный транспорт, в зависимости от дальности перевозок, используется в основном в системах внутривозового или регионального транспорта. Железнодорожный транспорт в основном оказывает услуги при транспортировании грузов на региональном и межрегиональном уровнях.

Отруби, мучку, ракушечную и известковую муку комбикормовым предприятиям поставляют безтарным способом. В большей степени для этой цели используются вагоны-хопперы, в меньшей степени – крытые вагоны [3, 16].

Мясокостная мука поставляется на комбикормовые предприятия насыпью или с использованием мешкотары и мягких контейнеров в вагонах общего назначения [15, 17]. Рыбная мука насыпью, как правило, не поставляется, а транспортируется в мешкотаре или мягких контейнерах.

Пакетированные перевозки в мягких контейнерах более перспективны по сравнению с перевозками в мешкотаре, так как имеют высокий уровень механизации погрузо-разгрузочных работ. Однако безтарный способ имеет ряд существенных достоинств, к которым относятся: почти полная механизация погрузо-разгрузочных работ, более высокий коэффициент использования кузова подвижного состава, отсутствие необходимости проведения работ по затариванию и растариванию, а также утилизации использованной тары. При таких поставках материал меньше подвержен биотическому фактору.

На комбикормовые предприятия, расположенные в зоне выработки мясокостной и рыбной муки, эти компоненты поставляется насыпью специальным автомобильным транспортом: ЗСК-10, ЗАСК-15Б и др. [10].

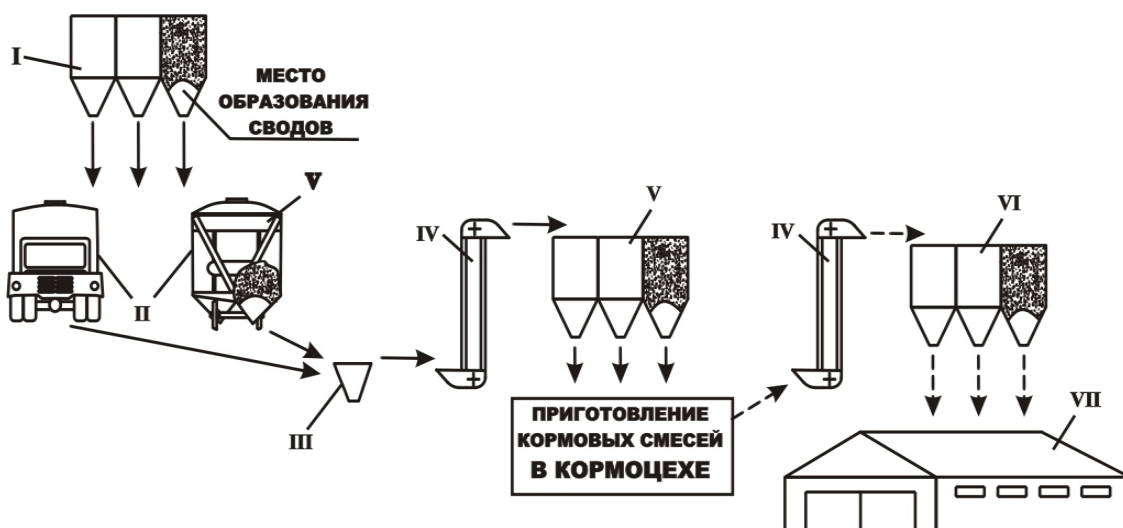


Рисунок 1 – Принципиальная схема доставки и хранения запасов сырья и готовых кормовых смесей для животноводства: *I* – бункерные хранилища поставщиков компонентов кормовых смесей; *II* – кузова транспортных средств; *III* – приёмный бункер; *IV* – нория; *V* – склад хранения компонентов кормовых смесей; *VI* – склад хранения готовых кормовых смесей; *VII* – животноводческая ферма; ———> – компоненты кормовых смесей; - - -> – готовые кормовые смеси

Поставки мела и соли осуществляются на комбикормовые предприятия в мягких контейнерах, либо автотранспортом [7, 9, 16], а фосфатов – только в мешкотаре.

Жмыхи и шроты подсолнечника, а так же сои и хлопка имеют значительную долю (10...15%) в составе комбикормов [14]. Перевозка этого сырья осуществляется всеми видами транспорта, включая спецавтотранспорт [6, 8, 12].

На основе вышеизложенного, в зависимости от видов поставки сырья на комбикормовые предприятия, можно предложить следующую классификацию способов хранения трудносыпучего сырья (рисунок 2).



Рисунок 2 – Классификация способов хранения трудносыпучего сырья

Хранение мела, соли, муки животного происхождения на комбикормовых предприятиях из-за высокой слеживаемости производится насыпью. Насыпью хранят известковую и ракушечную муку, поставляемые на производство в крытых вагонах. Перевозимые в мешкотаре или в мягких контейнерах фосфаты, мясокостная и рыбная мука хранятся напольно. Данный способ качественно уступает хранению сыпучих материалов в бункерах и силосах. Недостатками здесь выступают неполное использование объёма склада, а также биотический фактор, который влечёт, кроме количественных потерь компонентов, распространение инфекций. Подача в технологическую линию переработки осуществляется циклически с помощью ковшевых погрузчиков.

Напольное хранение материалов в таре позволяет повысить механизацию погрузо-разгрузочных и транспортно-складских операций. Однако усложняется процессами растаривания сопровождающимися необходимостью привлечения ручного труда и необходимостью утилизации тары, а также имеет место неконтролируемый доступ к сырью птиц и грызунов.

Хранение компонентов комбикормов (отруби, мучка, известковая и ракушечная мука) на комбикормовых заводах в силосно-бункерных хранилищах позволяет повысить поточность производства, значительно снизить потери сырья и улучшить санитарно-гигиеническую обстановку в производственных помещениях. Ёмкости для хранения и отгрузки загружаются с помощью норий [1, 2, 4, 5].

Однако хранение материалов в бункерах и силосах сопровождается образованием статических сводов, слеживаемостью и расслоением (сегрегацией). Характер истечения, трудносыпучих материалов

обусловлен, главным образом, особенностями их физико-механических свойств, геометрическими параметрами ёмкостей и условиями хранения. Одной из особенностей трудносыпучих материалов при хранении в ёмкостях является наличие сил адгезии. Адгезия оказывает большее влияние на качество выполняемых технологических операций с насыпными материалами: ухудшается выгрузка и дозирование. После каждого опорожнения ёмкости количество остатков на стенках постепенно увеличивается и становится надёжной опорой для сводов. Остатки материалов органического происхождения создают очаги развития различных микроорганизмов (плесени, грибов), что отрицательно сказывается на качестве хранимой продукции.

Список использованных источников

1. Алфёров, К.В. Бункеры, затворы, питатели / К.В. Алфёров. – М.: Машгиз., 1946. – 178 с.
2. Артемьев, В.Г. Механизация выгрузки зерноскладов и контейнер-бункеров / В.Г. Артемьев [и др.]. – Ульяновск: УГСХА, 2002. – 150 с.
3. Артюшин, А.А. Повышение качества функционирования технических систем хранения и приготовления кормов на животноводческих предприятиях / А.А. Артюшин: 05.20.01; Дисс. ... док. техн. наук. – М., 1989. – 554 с.
4. Доровских, Д. В. Обоснование конструктивно-режимных параметров совмещенной пневмотранспортно-сепарирующей системы по критериям качества технологического процесса : специальность 05.20.01 "Технологии и средства механизации сельского хозяйства" : диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Доровских Дмитрий Владимирович. – Мичуринск, 2002. – 251 с.
5. Доровских, В. И. Использование кормоцехов в молочном скотоводстве / В. И. Доровских, Д. В. Доровских // Повышение эффективности использования ресурсов при производстве сельскохозяйственной продукции - новые технологии и техника нового поколения для растениеводства и животноводства : XVIII Международная научно-практическая конференция, Тамбов, 23–24 сентября 2015 года. – Тамбов: Издательство Першина Р.В., 2015. – С. 48-51.
6. Зедгинидзе, И.Г. Планирование эксперимента для исследования многокомпонентных систем / И. Г. Зедгинидзе. – М.: Наука, 1976. – 390 с.
7. Карпов, Б.А. Технология послеуборочной обработки и хранения зерна / Б.А. Карпов. – М.: Агропромиздат, 1987. – 288 с.
8. Касьянов, Б.М. Технология и оборудование комбикормовых цехов в хозяйствах / Б.М. Касьянов // Комбикорма. – 1999. - № 2. – С. 17-19.
9. Коновалов, В. В. Устройство и технологический расчёт оборудования для кормления свиней / В.В. Коновалов. – Пенза: ФГОУ ВПО «Пензенская государственная сельскохозяйственная академия», 1998. – 176 с.
10. Кунаков, В.С. Интенсификация процессов выгрузки сводообразующих зерновых материалов / В.С. Кунаков: 05.20.01; Дисс. ... док. техн. наук. – Ростов-на-Дону, 1998. – 399 с.
11. Мальков, В.А. Повышение эффективности выгрузки трудносыпучих компонентов кормовых смесей и минеральных удобрений из бункеров / В.А. Мальков: 05.20.01; дисс. ... канд техн. наук. – Пенза, 2010. – 162 с.
12. Правила организации и ведения технологического процесса производства продукции комбикормовой промышленности. – (ч.1-3). М.: ВНИО Зернопродукт, 1989. – Утверждено Министерством по продовольствию и закупкам от 10.10.89. № 7.
13. Сысоев, В.Н. Технология и оборудование для производства комбикормов / В.Н. Сысоев и др. – Самара, 2005. – 267 с.
14. Тищенко, М.А. Исследование рабочего процесса и обоснование параметров дозирующего устройства для поточных линий раздачи кормов на свиноводческих фермах / М.А. Тищенко: 05.20.01; Дис. ... канд. техн. наук. – Волгоград, 1971. – 170 с.
15. Третьяков, Г.М. Совершенствование рабочего процесса и обоснование параметров цилиндрического бункерного устройства с побудителем типа лопастного колеса для выпуска компонентов комбикорма / Г.М. Третьяков; 05.20.01; Дисс. ... канд. техн. наук. – Саратов, 1998. – 119 с.
16. Третьяков, Г.М. Современное состояние и технические средства поставок сырья на комбикормовые заводы с учётом экологической безопасности / Г.М. Третьяков // Материалы второй научно-практич. конф. по экологии и сельскохозяйственной техники. – СПб., 2000. – С. 23-25.
17. Третьяков, Г.М. Анализ технологических схем поставки и складирования сырья на комбикормовых производствах при доставке железнодорожным и автомобильным транспортом / Г.М. Третьяков, В.С. Горюшинский, И.В. Горюшинский // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2000. - № 1. – С. 35-41.

АНАЛИЗ ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ ДЛЯ ВЫГРУЗКИ ТРУДНОСЫПУЧИХ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ МАТЕРИАЛОВ

Колесников Д.Л.,

ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», студент,
e-mail: kolesnikov.di@list.ru

В литературе имеется большое количество описаний различных средств, используемых в отечественной и зарубежной промышленности для сводоразрушения, многие из которых могут найти применение при выгрузке трудносыпучих компонентов комбикорма [1...8, 10].

Используемые в настоящее время средства для стимуляции выгрузки трудносыпучих материалов не эффективны и часто приводят к нежелательным последствиям. Чаще всего разгрузка специализированного подвижного состава производится с применением ручной шуровки (рисунок 1), когда с крыши кузова транспортного средства осуществляется рыхление слежавшегося материала с помощью шестов через загрузочные люки в направлении выгрузных [11]. При этом пункты выгрузки не всегда оборудованы эстакадными ограждениями [13].

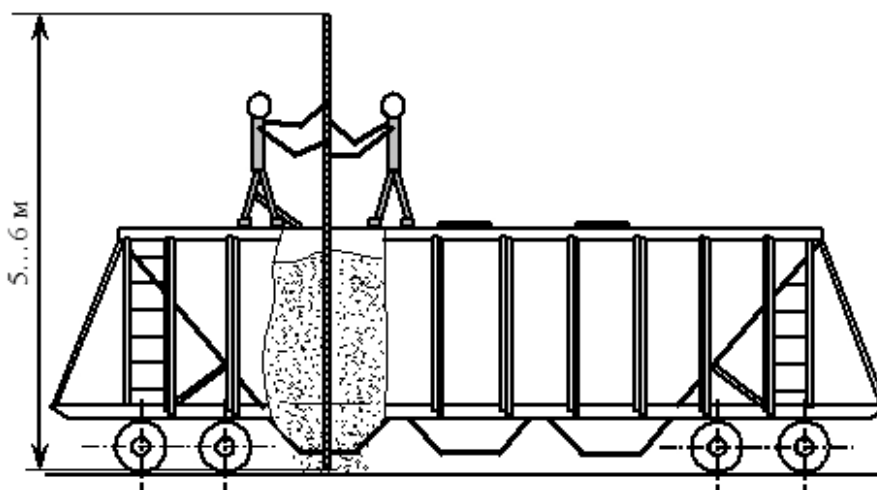


Рисунок 1 – Разгрузка кузова транспортного средства с использованием ручной шуровки

Бункеры, силосы разгружаются путём введения шуровочных приспособлений в их полости через выгрузные люки, что может сопровождаться обвалами материала [11].

Нередко при выгрузке трудносыпучих материалов из ёмкостей применяется способ ударных воздействий по её стенкам с применением подручных средств (кувалды, лома и т.д.). Образующиеся при этом деформации способствуют более интенсивному зависанию материала над выпускными отверстиями и прилипанию его к внутренней поверхности стенок (рисунок 2) [11]. Так же существуют механизированные ударные устройства, нашедшие применение в практике разрушения сводов в бункерах [10]. Предполагается, что воздействия, оказываемые с определённой периодичностью на стенки ёмкости, изменяют пористость материала и его напряжённое состояние, обеспечивая непрерывное истечение. Однако применение данных устройств сопровождается разрушением сварных швов конструкций ёмкостей и, как следствие, снижением срока их эксплуатации.

Из практики комбикормового производства известно, что трудносыпучие ингредиенты комбикормов истекают удовлетворительно при кратковременном хранении в течение 5...6 суток. При этом в обозначенный период времени, как показано на рисунке 3, при плотности отрубей $0,55 \text{ т/м}^3$ и мела около $1,1 \text{ т/м}^3$ истечение происходит стабильно. При хранении трудносыпучих материалов дольше указанного периода, для избегания слеживания, необходимо проводить периодическое разрыхление их массы. Это достигается регулярной механизированной перекачкой материала из ёмкости в ёмкость. Данная операция при хранении отрубей в бункерах производится каждые 170 часов [12], требует значительных затрат энергии, постоянного наличия свободных ёмкостей, сопровождается значительным износом оборудования, загрязнением цехов продуктами производства. При более длительном нахождении материалов в

ёмкости их плотность продолжает возрастать: отрубей до 0,6 т/м³, а мела – 1,2 т/м³, что соответствует приблизительно 720 часам хранения (рисунок 3) [6-8]. Выгрузка материалов в этом случае становится возможной только с использованием сводоразрушителя.

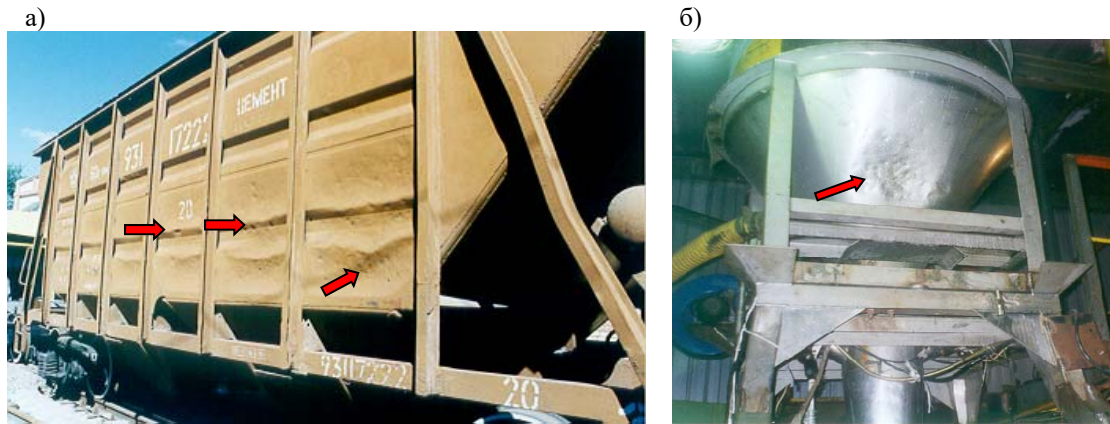


Рисунок 2 – Деформации стенок ёмкостей в результате несанкционированных ударных воздействий:
а) – кузов транспортного средства; б) – выпускная воронка бункера

Хранение материалов без соблюдения мер предотвращения слёживания может привести к необратимым последствиям. Из сыпучего материала они могут превратиться в монолитное твёрдое тело с плотностью в 2,5 и выше раза большей, чем обычно [9].

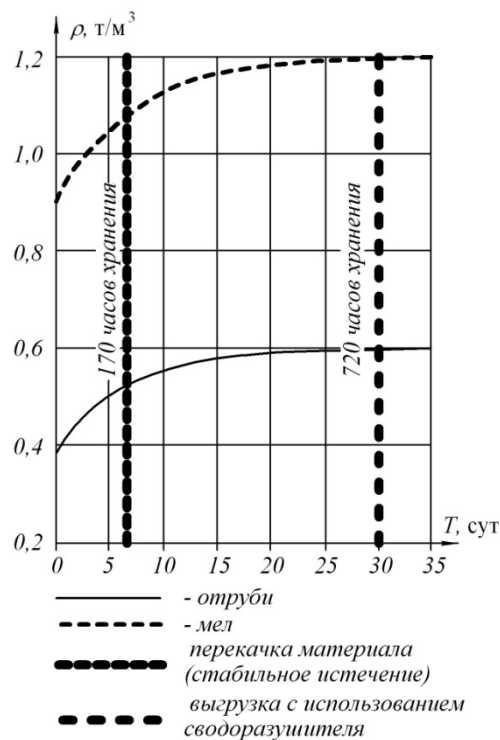


Рисунок 3 – Зависимость плотности материала в бункере от времени хранения

Комбикормовыми предприятиями из-за низкой стоимости продукции прибыль может быть получена только за счёт увеличения объёмов производства. Это, в свою очередь, должно способствовать росту транспортного грузооборота комбикормов и производственного сырья. В связи с этим существует необходимость снабжения бункеров и кузовов транспортных средств выгрузными устройствами, побуждающими истечение трудносыпучих материалов и обеспечивающих локальную очистку ограждающих конструкций.

Были изучены выгрузные устройства бункеров и кузовов транспортных средств, побуждающие истечение трудносыпучих материалов. На основе анализа указанных средств была уточнена классификация средств для сводоразрушения в полостях различных ёмкостей [10].

Согласно классификации, эти средства подразделяются:

- по режиму работы: на непрерывного действия и селективного включения;
- по виду устройства: на стационарные и переносные;
- по принципу действия: на механические (вращательные, поступательные, комбинированные, движущиеся по замкнутому контуру, движущиеся хаотично, вибрационные) и немеханические (волновые, пневматические, импульсные);
- по конструкции рабочего органа подразделяются: на штанговые, колокольные, мембранные, решётчатые, пружинные, рычажные, роторные, дисковые, лопастные, винтовые, спиральные, тросовые, цепные, скребковые, а также выполненные в виде подвижных плоскостей, накладных вибраторов, магнитоимпульсных установок, электромагнитных ударников, эластичных оболочек и лент, приспособлений для ручной шуровки и ударных воздействий, перфорированных труб, аэродисков, воздушно-реактивных сводоразрушителей, стреляющих сопел, пневматических подушек, генераторов звуковых волн.

Список использованных источников

1. А.с. 1065304 СССР, МПКЗ В65 D88/66 / Бункер для сыпучих материалов / И. Я. Осташевский, В. С. Бudyко, Н. И. Васильев, Б. М. Кремпович, Я. С. Грева, Ю. В. Подгурский, Е. Ф. Карташев и А. В. Щепна (СССР) / 3494075/28-13 ; Заявлено 17.09.82, опубл. 07.01.84, Бюл. №1. – 4 с.: ил.
2. А.с. 1150178 СССР, МПКЗ В65 D88/68 / Бункер для трудно сыпучих материалов / Г. Г. Зурабишвили, Г. И. Надарейшвили, М. Г. Иоселиани (СССР) / 3668812/28-13; Заявлено 02.12.83, опубл. 15.04.85, Бюл. №14. – 4 с.: ил.
3. А.с. 1155512 СССР, МПКЗ В65 D88/68 / Бункер / В. М. Гриценко, Д. М. Житницкий (СССР) / 3678977/28-13 ; Заявлено 26.12.83, опубл. 15.05.85, Бюл. №18. – 6 с. : ил.
4. А.с. 1202970 СССР, МПКЗ В65 D88/64 / Бункер для хранения и выдачи сыпучих материалов / Д. Я. Ущеренко (СССР) / 3758404/28-13; Заявлено 28.06.84, опубл. 07.01.86, Бюл. №1. – 4 с.: ил.
5. Патент № 2209172 С1 Российская Федерация, МПК В65G 65/48. Шлюзовой питатель : № 2001133964/13 : заявл. 13.12.2001 : опубл. 27.07.2003 / Н. П. Тишанинов, Д. В. Доровских ; заявитель Государственное научное учреждение Всероссийский научно-исследовательский и проектно-технологический институт по использованию техники и нефтепродуктов в сельском хозяйстве.
6. Доровских, Д. В. Обоснование конструктивно-режимных параметров совмещенной пневмотранспортно-сепарирующей системы по критериям качества технологического процесса : специальность 05.20.01 "Технологии и средства механизации сельского хозяйства" : диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Доровских Дмитрий Владимирович. – Мичуринск, 2002. – 251 с.
7. Горюшинский, В.С. Бункерный питатель для плохосыпучих навалочных грузов / В.С. Горюшинский, И.В. Горюшинский // Железнодорожный транспорт. – № 6, 1995. – С. 25-27.
8. Горюшинский, В.С. Пути совершенствования функционирования бункерно-силосных хранилищ для мелкофракционных грузов / В.С. Горюшинский // Хранение и переработка сельхозсырья. – № 5. - 2004. – С. 58-60.
9. Денисов, В.В. Устройства для выпуска трудносыпучих материалов из силосов / В.В. Денисов, В.А. Кожевников // Комбикорма. – №5. - 2001. –С. 17.
10. Кандрашев, Г.А. Истечение сыпучих продуктов / Г.А. Кандрашев, Л.И. Кандрашева, Н.И. Сухой // Изв. вузов. №2. – М.: Пищевая технология. 1981. – С. 82-84.
11. Кожевников, В.А. Совершенствование процесса выпуска трудносыпучих материалов из бункеров сельскохозяйственного назначения / В.А. Кожевников: 05.20.01; Дис. ... канд. техн. наук. – Оренбург, 2005. – 140 с.
12. Коновалов, В.В. Устройство и технологический расчёт оборудования для кормления свиней / В.В. Коновалов. – Пенза: ФГОУ ВПО Пензенская государственная сельскохозяйственная академия, 1998. – 176 с.
13. Рычков, В.А. Технология и средства механизации погрузо-разгрузочных работ в складах минеральных удобрений АПК / В.А. Рычков:05.20.01; Дис. ... докт. техн. наук. – Рязань, 2001. – 423 с.

БУНКЕРНОЕ УСТРОЙСТВО СО СВОДОРАЗРУШАЮЩИМ ЗАТВОРОМ

Колесников Д.Л.,

ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», студент,
e-mail: kolesnikov.di@list.ru

Как показывает практика эксплуатации бункеров и силосов наиболее часто сводообразование наблюдается в месте стыка выгрузной воронки с основной частью хранилища, в самой воронке и в районе выгрузного отверстия [1-3]. Объясняется это тем, что при хранении глубоколежащие слои материала испытывают давление от верхних слоёв и в большей степени подвержены уплотнению. На стенки ёмкости оказывается нагрузка от касательных напряжений, частично воспринимающих долю веса груза. Изменение в соотношении вертикальных и горизонтальных сил, действующих на нижние слои, способствует сводообразованию. Для предупреждения образования сводов в бункерах необходимо устранять устойчивое равновесие горизонтальных и вертикальных сил. Это условие считается основополагающим для любого бункерного хранилища [6].

Предлагается бункерное выгрузное устройство для слёживающихся сыпучих материалов [4]. Оно включает вертикально расположенный полый корпус 1 с боковым выпускным отверстием 2, которое снабжено крышкой-затвором 3 (рисунок 1). Выпускное отверстие 2 имеет прямоугольную форму в поперечном сечении и расположено асимметрично сбоку. Дно состоит из двух половинок, одна из которых (левая, как показано на рисунке 1) жёстко закреплена с вертикальными стенками корпуса и расположена под наклоном к ним, а вторая половинка дна (правая) установлена шарнирно и представляет собой крышку 3 выпускного отверстия 2. Бункерное выгрузное устройство снабжено сводоразрушителем, который размещён в полости корпуса 1 и выполнен в виде нескольких жёстких стержней 4, размещённых с внутренней стороны крышки 3 с возможностью непосредственного взаимодействия с сыпучим материалом, находящимся в полости корпуса 1. Сводоразрушающие стержни могут быть выполнены изогнутыми или прямолинейными. Они жёстко закреплены на осях 5, которые шарнирно, с возможностью поворота, установлены на внутренней поверхности крышки 3, а на стержнях 4 расположены сменные дискообразные элементы 6, которые можно перемещать и фиксировать на них. Количество стержней 4 выбирается в зависимости от объёма полости корпуса 1, а также в зависимости от размера и формы частиц материала, а также его сыпучести, слёживаемости, способности к сводообразованию (т.е. от физико-механических свойств материала) [1, 4, 5].

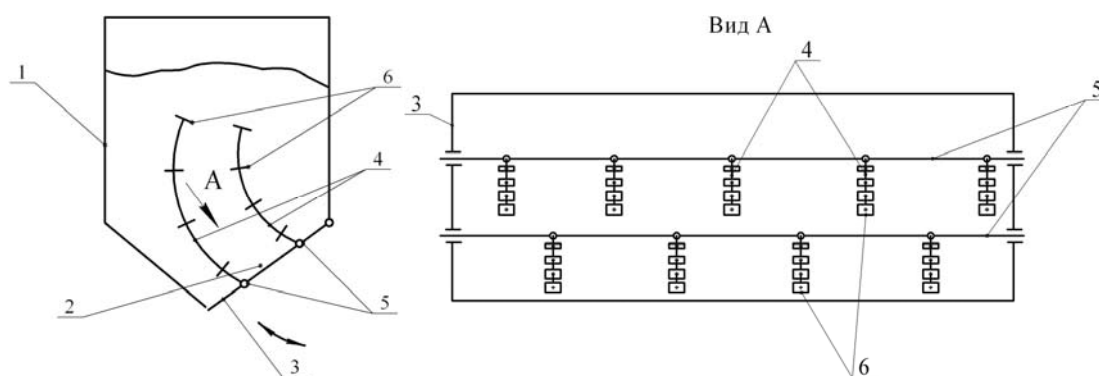


Рисунок 1 – Схема выгрузного устройства с рыхлящим затвором: 1 – корпус бункера; 2 – выпускного отверстия; 3 – крышка; 4 – стержни; 5 – оси; 6 – дискообразные элементы (пластины)

Работает бункерное устройство с затвором следующим образом. При загрузке слёживающийся материал равномерно распределяется в полости корпуса. На протяжении хранения происходит увеличение плотности материала, он перераспределяется, однако за счёт пластин, расположенных на стержнях, часть веса вышерасположенных слоёв материала воспринимается ими. Благодаря этому груз, расположенный вблизи выгрузного отверстия, не переуплотняется, давление перераспределяется на боковые стенки ёмкости [4].

При выгрузке слеживающегося сыпучего материала из корпуса 1 производят принудительное открывание крышки 3, на которой определённым образом размещены стержни 4 с установленными на них дискообразными элементами (пластинами) 6. При перемещении затвора 3 стержни 4, находящиеся внутри корпуса 1 в массе сыпучего материала, также перемещаются и производят его рыхление, разрушая образовавшиеся своды, препятствующие истечению сыпучего материала из корпуса 1. При этом происходит полная выгрузка бункера. Расположение стержней 4 на крышке 3 и пластин 6 на них, а, следовательно, и внутри корпуса 1 и массы сыпучего материала, может изменяться, что обеспечивает возможность использования одного и того же устройства для качественной и бесперебойной выгрузки слеживающихся сыпучих материалов с различными физико-химическими характеристиками. Жёсткая конструкция сводоразрушителя обеспечивает фиксированную траекторию движения его рабочих органов в полости корпуса и не зависит от свойств находящегося там сыпучего материала и равномерности его уплотнения, обеспечивая надёжную выгрузку сыпучего материала с различными свойствами и характеристиками.

Таким образом, выгрузное устройство с рыхлящим затвором имеет жёсткое крепление пластин на рыхлящих стержнях с изменяющимся радиусом кривизны, что обеспечивает стабильную, надёжную выгрузку слеживающихся сыпучих материалов. Отсутствие подвижных элементов в рабочей зоне делает данную конструкцию простой и недорогой в изготовлении, удобной в эксплуатации; упрощает и повышает надёжность механизма управления процессом выгрузки, обеспечивает оперативность пере-наладки в зависимости от вида слеживающихся трудносыпучих материалов.

Список использованных источников

1. Мальков, В.С. Повышение эффективности выгрузки трудносыпучих компонентов кормовых смесей и минеральных удобрений из бункеров: дис. ... канд. техн. наук: 05.20.01 / Мальков Вадим Александрович. – Пенза, 2010. – 162 с.
2. Исследование и изучение слеживания мучнистых и крупяных продуктов и разработка рекомендаций по определению характеристик этого процесса: Отчёт о НИР / ЦНИИПРОМЗЕРНОПРОЕКТ, Рук. Посемейник С. М. – 1– 136 ; Инв. №849428. – М., 1979. – 219 с
3. Кунаков, В.С. Интенсификация процессов выгрузки сводообразующих зерновых материалов: дис. ... докт. техн. наук: 05.20.01 / В.С. Кунаков. – Ростов-на-Дону, 1998. – 399 с.
4. Пат. 2343425 Российская Федерация, МКИ7 В65 D88/54 / Бункерный дозатор для слеживающихся материалов / Г. М. Третьяков и [и др.] / №2007122145/12. Заявлено 20.09.2003, опубл. 10.01.2004. Бюл. №14.
5. Патент № 2209172 С1 Российская Федерация, МПК В65G 65/48. Шлюзовой питатель : № 2001133964/13 : заявл. 13.12.2001 : опубл. 27.07.2003 / Н. П. Тишанинов, Д. В. Доровских ; заявитель Государственное научное учреждение Всероссийский научно-исследовательский и проектно-технологический институт по использованию техники и нефтепродуктов в сельском хозяйстве.
6. Доровских, Д. В. Обоснование конструктивно-режимных параметров совмещенной пневмотранспортно-сепарирующей системы по критериям качества технологического процесса : специальность 05.20.01 "Технологии и средства механизации сельского хозяйства" : диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Доровских Дмитрий Владимирович. – Мичуринск, 2002. – 251 с.

УДК 63.36

68.85.39: Механизация и электрификация в животноводстве

АНАЛИЗ СРЕДСТВ МЕХАНИЗАЦИИ ПРОЦЕССА ВЫПОЙКИ ТЕЛЯТ

Першин В.Р.,

*ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», студент,
e-mail: the8th.number@gmail.com*

При выпойке телят применяют различные конструктивные схемы раздатчиком жидких кормов. Они позволяют механизировать, а иногда автоматизировать процесс выдойки телят. Независимо от способа выпойки к ним предъявляют следующие технические требования [2, 3, 5, 6,]: неравномерность выдачи жидкого корма должна быть $\pm 3\%$; возвратные потери не должны превышать 1% от общего

количества корма, невозвратные потери недопустимы. Устройства должны соответствовать всем общепринятым зоотехническим и зооветеринарным нормам. Они должны быть надежными в работе, простыми в управлении и соответствовать установленным правилам техники безопасности.

Разработанная классификация (рис. 1) позволяет определить конкретные направления в разработке перспективных средств механизации выпойки телят. Их можно разделить по следующим признакам: роду использования, способу дозирования, параметру дозирования, способу управления процессом дозирования, конструкции рабочего органа дозатора, типу дозирования, типу выеенного устройства [4].

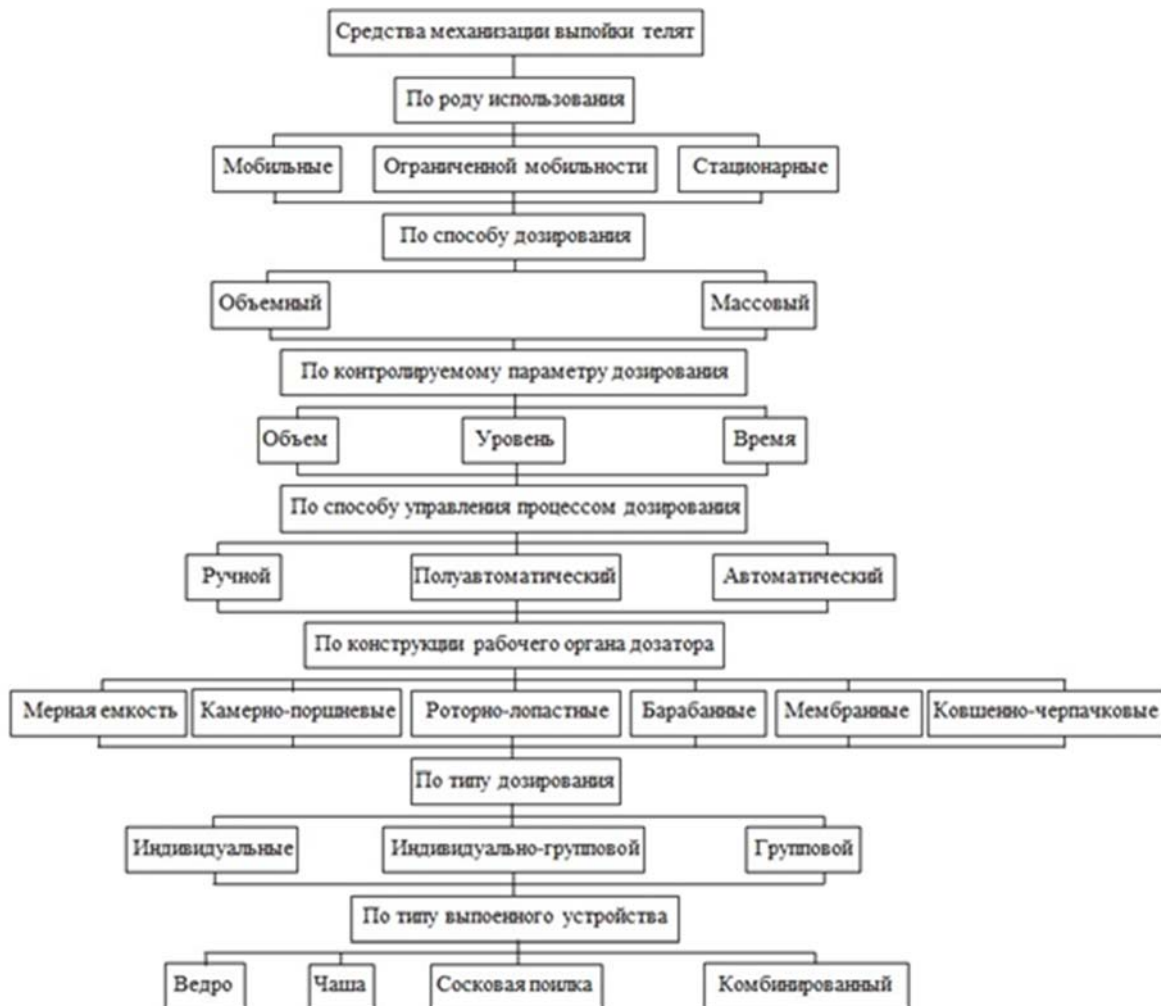


Рисунок 1 – Схема классификации средств механизации выпойки телят

По роду использования средства механизации подразделяются на мобильные, ограниченной мобильности и стационарные.

По типу дозирования средства механизации для раздачи жидких кормов телятам бывают с индивидуальным, групповым и индивидуально-групповым дозированием. При индивидуальном дозировании конкретная доза корма формируется для каждого животного, а при групповом - для группы животных. Индивидуально-групповое дозирование предусматривает формирование дозы корма для каждого животного, а доза одинакова для заданной группы животных. Однако групповое дозирование не соответствует современным требованиям. Поэтому в настоящее время применяется индивидуальное и индивидуально-групповое дозирование жидких кормов телятам.

При разработке устройств для раздачи жидких кормов выеенное устройство выполняется в виде открытой емкости, соски и комбинирование, то есть применяется открытая емкость и соска.

Выеенное устройство в виде открытой емкости представляет собой чашу или ведро. При этом повышается производительность труда при выпойке животных, и улучшаются условия ухода за выеенным устройством. Однако высокая скорость выпойки в сравнении с выпойкой через соски ведет к желудочно-кишечным заболеваниям [1].

Применение комбинированного выпоечного устройства в зависимости от конструктивных особенностей соски может обеспечивать выдачу корма в соответствии с возрастными физиологическими особенностями животных.

В настоящее время нет устройств, в полной мере имитирующих процесс сосания коровы теленком, а существующие поилки, в основном, имеют сложное устройство, что затрудняет их мойку и обслуживание после выпойки животных.

Проведенный анализ средств механизации раздачи жидких кормов телятам показывает, что дальнейшее их совершенствование должно базироваться на разработке устройств, обеспечивающих высокую равномерность дозирования продукта и потребление корма как из открытых емкостей, так и через соски.

К стационарным средствам выпойки относятся выпоенные автоматы, гидротранспортные установки и другие раздатчики, монтируемые в зоне содержания телят. Наибольшее распространение из стационарных средств выпойки телят получили установки типа УВТ-20 и ее модификация УВТ-20Л.

Как показывает анализ средств механизации выпойки телят, существует необходимость разработки средств механизации, обеспечивающих повышение производительности труда высокую точность дозирования жидкого корма и их выдачу телятам в соответствии с физиологическими потребностями. Точность дозирования является важнейшей задачей при разработке средств механизированной выпойки телят. При этом реальные показатели работы дозирующих устройств и устройств кормления необходимо рассматривать в совокупности с зоотехническими и физиологическими потребностями телят.

Проясненный анализ позволил оценить существующие средства для выпойки телят, выявить основные направления в конструировании эффективных средств механизации выпойки с дозаторами, обеспечивающими требуемую производительность, высокую точность дозирования жидкого корма и соответствие зоотехническим требованиям.

Список использованных источников

1. Булавин, С.А. Совершенствование оборудования для механизации отдельных процессов при выращивании телят / С.А. Булавин, А.А. Корнейко. – Белгород, 1994. – 24 с.
2. Девяткин, А.И. Промышленное производство говядины / А.И. Девяткин, Е.И. Ткаченко. М.: Россельхозиздат, 1985. – 317 с.
3. Душкевич, В.Т. Эффективность различных способов содержания телят в условиях промышленных комплексов / В.Т. Душкевич, В.П. Кучмей // Исследования по технологии производства продукции животноводства. – Кишинев, 1985. – С. 39.42.
4. Елисеев, М.С. Совершенствование средств механизации и повышение эффективности раздачи кормов телятам молочного периода: 05.20.01: дис. ... докт. техн. наук / Елисеев Михаил Семенович. – Саратов, 2006. – 466 с.
5. Доровских, В. И. Общие принципы количественной оценки качества технологических процессов в животноводстве / В. И. Доровских, Д. В. Доровских // Повышение эффективности и экологические аспекты использования ресурсов в сельскохозяйственном производстве, Тамбов, 06–07 октября 2016 года. – Тамбов: Издательство Першина Р.В., 2016. – С. 71-75.
6. Доровских, В. И. Пути повышения эффективности функционирования средств механизации на семейных молочных фермах / В. И. Доровских, Д. В. Доровских, О. А. Аتكешов // Вестник Всероссийского научно-исследовательского института механизации животноводства. – 2012. – № 2(6). – С. 47-51.

УДК 63.36

68.85.39: Механизация и электрификация в животноводстве

АНАЛИЗ СРЕДСТВ МЕХАНИЗАЦИИ ПРОЦЕССА КОРМЛЕНИЯ ТЕЛЯТ КОНЦЕНТРИРОВАННЫМИ КОРМАМИ

Першин В.Р.,

ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», студент,

e-mail: the8th.number@gmail.com

При создании средств механизации раздачи концентрированных Кормов телятам учитываются условия их использования: количество животных в группе, способы дозированной раздачи и транспортирования кормов, кратность и место кормления, концентрация кормов и способы уборки помещений.

Исходя из этих условий, а также учитывая различные возможности кормовой базы, традиции веления хозяйства, сложившиеся в разных зонах страны, и принимая во внимание большую трудоемкость процесса кормления телят как и нашей стране, так и за рубежом, были созданы различные технические средства, позволяющие в той или иной степени механизировать, а в отдельных случаях и автоматизировать процесс кормления.

Однако, несмотря на многообразие средств механизации кормления телят, к ним предъявляются общие требования, сформулированные в работах [7, 9, 1, 12]: неравномерность выдачи комбикорма телятам должна быть не более $\pm 3\%$, при этом возвратные потери не должны превышать 1% всего выданного количества корма (невозвратные потери недопустимы); производить выдачу телятам не только концентрированных кормов, но различных витаминных и других кормовых смесей; осуществлять бесступенчатое изменение нормы выдачи корма от минимума до максимума; не раслаивать корм на фракции, не загрязнять его смазочными материалами; кормить телят всех возрастных групп и не травмировать животных; быть простыми в обслуживании, очистке, мойке и дезинфекции; не оказывать влияния на ухудшение микроклимата в помещении; обеспечивать возможность наиболее полного использования полезной площади помещений; быть универсальными по роду использования; снижать затраты труда при кормлении; быть надежными в работе и простыми в управлении; удовлетворять правилам техники безопасности; электродвигатели и механизм привода должны быть защищены от перегрузок и воздействия агрессивной среды.

С учетом вышеизложенных требований предусматривается создание и внедрение высокоэффективных технических средств, позволяющих максимально механизировать и автоматизировать процесс кормления телят концентрированными кормами.

Как показывает анализ существующих технологических схем, процесс кормления телят может быть осуществлен различными средствами и способами. Поэтому с целью выявления конкретных направлений в разработке перспективных средств кормления телят был проведен детальный анализ существующих. Классификация средств кормления телят концентрированными кормами представлена на рис. 1.

Обоснованию методов повышения эффективности биотехнического процесса кормления и анализу условий функционирования поточных линий на фермах крупного рогатого скота посвящена работа Г.А. Богданова [3]. В ней обоснован стереотип производственного обслуживания животных при их кормлении.

Выбор конструкции дозатора-раздатчика и всей системы кормораздачи зависит от многих факторов, связанных с объемом производства, содержанием животных, видами кормов.

Определить наиболее рациональную конструкцию кормораздатчика - не значит решить проблему раздачи кормов. Важно, чтобы кормораздаточные устройства отвечали физиологическим потребностям животных.

Наиболее перспективными кормораздаточными установками для телят являются универсальные средства раздачи кормов [1, 2, 4 - 14].

На фермах и комплексах, где используются установки, обеспечивающие раздачу телятам только жидких кормов, применяют дополнительные машины и оборудование для раздачи концентрированных кормов.

Анализ известных конструкций раздатчиков показывает, что универсальных средств механизации, которые можно было бы использовать для раздачи различных по виду и консистенции кормов, пока недостаточно. К устройствам, обеспечивающим раздачу жидких и концентрированных кормов, можно отнести мобильный агрегат АВМ-30. Он включает в себя систему раздачи жидких и концентрированных кормов и перемещается по рельсовому пути, смонтированному внутри помещения.

Размещают агрегат в торце помещения, после чего он подъезжает к первым двум клеткам, в каждой из которых содержится по 15 телят. После ЗЦМ в кормушки подают концентрированные корма.

Аналогичный по технологическим особенностям агрегат для раздачи жидких и концентрированных кормов разработан в Смоленском филиале ВИЭСХа.

Челночный раздатчик состоит из бункеров для концентрированных кормов и индивидуальных чашечных поилок, которые смонтированы на рельсовом шасси. Опыт эксплуатации мобильных установок, смонтированных на рельсовых путях, показывает, что их целесообразно применять на небольших и средних фермах.

Известна предложенная установка УПС-20, предназначенная для приема, транспортирования, выпойки ЗЦМ и раздачи концентрированных кормов.

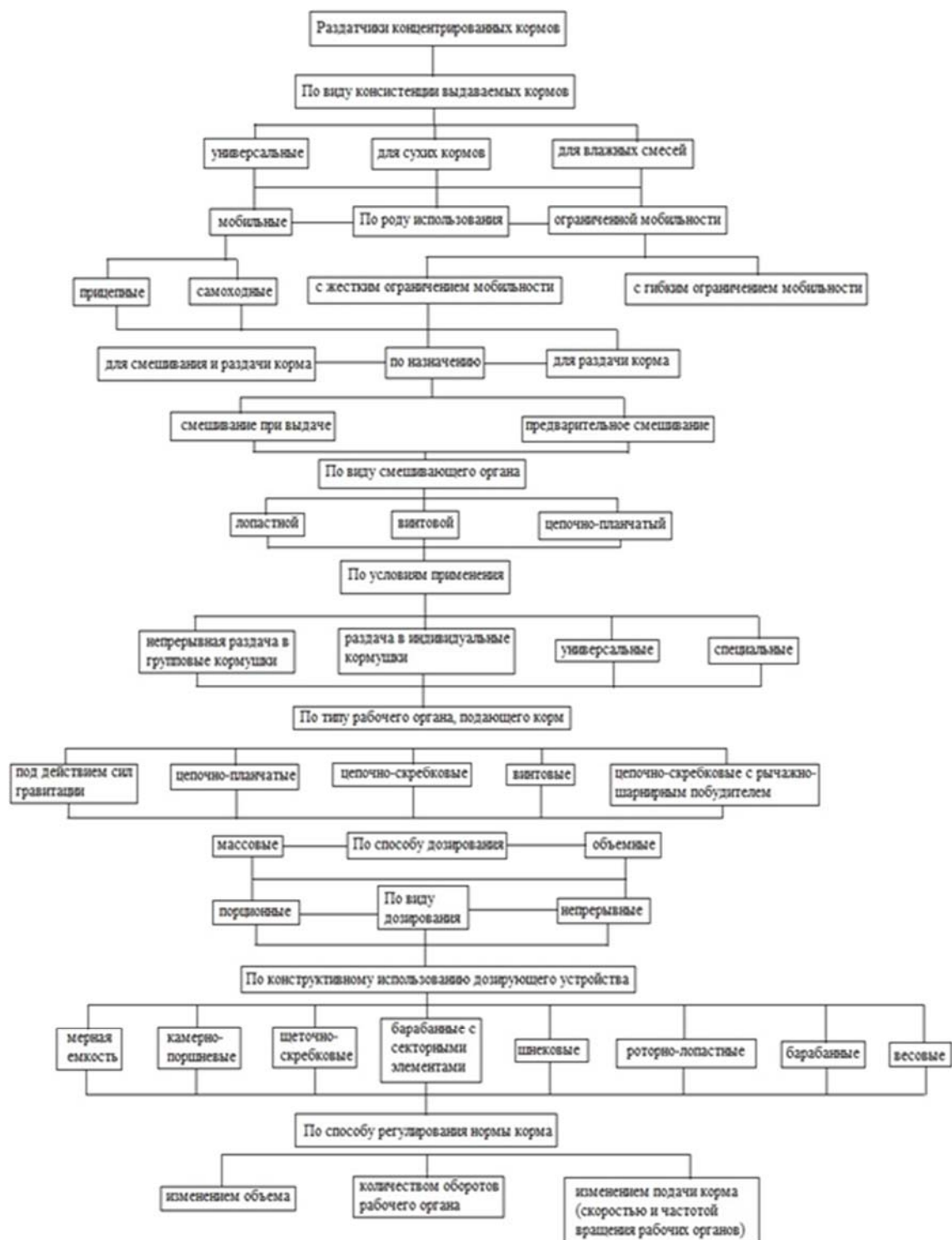


Рисунок 1 - Классификация раздатчиков концентрированных кормов

Установка представляет собой агрегат на базе электрокары, в нее входят цистерна для ЗЦМ-2, сосковые поилки, бункера для концентрированных кормов и шнековые транспортеры.

Все вышеописанные средства механизации раздачи телятам жидких и концентрированных кормов имеют ряд недостатков: уход за ними сложен, в процессе дозирования проявляется высокая неравномерность выдачи корма.

Условия применения кормораздатчиков во многом определяются типом дозирующего органа. Широко распространение получили объемные дозирующие органы. Реже применяются весовые устройства, которые с электротензометрическим датчиком использованы в кормораздатчиках фирмы «Освальд» (США). Достоинством раздатчиков с весовыми устройствами является точность дозирования (от 0,2 до 2,5 %), однако высокая стоимость, обусловленная необходимостью иметь усилители сигналов датчиков, указательную и регистрирующую аппаратуру, низкая надежность при работе в агрессивной среде, сдерживают их использование. Большинство бункерных кормораздатчиков оснащены шнековыми дозирующими органами, реже применяются камерно-поршневые дозаторы, барабанно-секторные, роторно-лопастные, секторные дозаторы, мерные емкости, скребковые транспортеры, барабанные с механической очисткой рабочих ячеек и др.

Как правило, раздатчики в основном приспособлены или для порционной или непрерывной выдачи корма, реже бывают универсальными. При непрерывной выдаче корма в качестве дозирующих органов используются шнеки и скребковые транспортеры. Доза корма в них регулируется изменением подачи (скоростью вращения рабочих органов дозатора или движением кормораздатчика).

Все это является причиной для изучения рабочего процесса раздачи и совершенствования конструкции этих машин.

Список использованных источников

1. Байдера, А.Б. Механизация кормления крупного рогатого скота / А.Б. Байдера [и др.]. – М.: Россельхозиздат, 1985. – 40 с.
2. Бельков, Г.И. Технология выращивания и откорма скота на промышленных комплексах и площадках / Г.И. Бельков. – М.: Россельхозиздат, 1989. – 207 с.
3. Богданов, Г.А. Кормление сельскохозяйственных животных. 2-е изд., перераб. и доп. / Г.А. Богданов. – М.: Агропромиздат, 1990. – 624 с.
4. Грачева, Л.И. Трубопроводный транспорт на животноводческих фермах / Л.И. Грачева, Н.Н. Шумяк. – М.: Колос, 1979. – 169 с.
5. Елисеев, М.С. Совершенствование средств механизации и повышение эффективности раздачи кормов телятам молочного периода: 05.20.01: дис. ... докт. техн. наук / Елисеев Михаил Семенович. – Саратов, 2006. – 466 с.
6. Зейналов, Г.З. Обоснование оптимальных конструктивных и технологических параметров установки для выпойки телят: 05.20.01: Автореф. дис. ... канд. техн. наук / Г.З. Зейналов. – Кировоград, 1987. – 18 с.
7. Доровских, В. И. Пути повышения эффективности функционирования средств механизации на семейных молочных фермах / В. И. Доровских, Д. В. Доровских, О. А. Аتكешов // Вестник Всероссийского научно-исследовательского института механизации животноводства. – 2012. – № 2(6). – С. 47-51.
8. Доровских, В. И. Общие принципы количественной оценки качества технологических процессов в животноводстве / В. И. Доровских, Д. В. Доровских // Повышение эффективности и экологические аспекты использования ресурсов в сельскохозяйственном производстве, Тамбов, 06–07 октября 2016 года. – Тамбов: Издательство Першина Р.В., 2016. – С. 71-75.
9. Комплексная механизация ферм по выращиванию и откорму молодняка крупного рогатого скота / А.А. Кутлембеков [и др.]. – М.: Колос, 1982. – 254 с.
10. Матусевич, В.Е. Машины и оборудование для откорма крупного рогатого скота / В.Е. Матусевич. – М.: Россельхозиздат, 1983.
11. Мельников, С.В. Механизация и автоматизация животноводческих ферм и комплексов / С.В. Мельников. – Л.: Колос, 1978. – 560 с.
12. Сборник зоотехнических и агропромышленных требований на комплекты машин и оборудования для механизации, электрификации и автоматизации животноводческих и птицеводческих ферм и комплексов. – М., 1977. – 95 с.
13. Справочник по механизации животноводства / С.В. Мельников [и др.]. – Л.: Колос, 1983.
14. Федоров, А.С. Исследование и разработка средств механизации и способов их использования при выпойке телят молочного периода: 05.20.01: Автореф. дис. ... канд. техн. наук / А.С. Федоров. – Харьков, 1987. – 28 с.

ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ОСНОВА МЕЖФЕРМЕРСКОЙ КООПЕРАЦИИ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ

Сазонов С.Н.,

*ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт
использования техники и нефтепродуктов в сельском хозяйстве», доктор технических наук,
профессор
E-mail: snsazon@mail.ru*

Известно, что функционирование современных российских фермерских хозяйств имеет несомненные существенные отличия практически по любому аспекту их организационно-экономического устройства и логике хозяйствования [1-10]. Наряду с отмеченным, в фермерских хозяйствах имеются большие возможности для развития межфермерской кооперации. Например, известно, что при межфермерской кооперации по использованию техники сокращается количество машин, необходимых каждому из фермеров. Кроме этого при совместном использовании машин появляется возможность перейти от последовательного метода выполнения сочлененных технологических операций к параллельному [11-12]. При этом в зависимости от принятого метода будет или сокращаться календарная продолжительность проведения сочлененных технологических операций, при неизменном общем объеме работ, или будет увеличиваться объем выполненных отдельных полевых механизированных работ, входящих в технологический цикл, проводящихся в рамках агротехнического срока.

Продолжительность выполнения цикла сочлененных технологических операций последовательным методом можно определить из зависимости:

$$D = \sum_{i=1}^n D_i = \sum_{i=1}^n \frac{F}{Wc_i}, \quad (1)$$

где D - продолжительность выполнения цикла технологических операций, дн; Wc_i - производительность i -того агрегата при последовательном методе выполнения работ, га/дн; D_i - продолжительность выполнения i -той операции, дн; F - объем работ, выполняемый агрегатами последовательным методом, га; n - количество агрегатов, занятых на выполнении работ.

Важно отметить, что за счет специализации фермеров при выполнении однотипных полевых механизированных работ производительность машинно-тракторных агрегатов повышается на величину α_i , равную:

$$\alpha_i = \frac{Wnc_i}{Wc_i}, \quad (2)$$

где Wnc_i - производительность i -того агрегата при работе параллельным методом, га/дн; α_i - коэффициент изменения производительности i -того агрегата.

Тогда объем работ, который можно выполнить в тот же срок, работая параллельным методом, составит: $F_l = D \cdot Wc$, где $Wc = \min\{Wnc_1, \dots, Wnc_n\}$.

Таким образом, переход от последовательного метода выполнения работ к параллельному позволяет увеличить наработку агрегатов за счет увеличения объемов работ, выполненных ими в тот же срок:

$$\beta = \frac{F_l}{F} = \frac{D \cdot Wc}{D_i \cdot Wc_i}, \quad (3)$$

где β - степень увеличения наработки.

Но при этом агрегаты, имеющие производительность $Wnc_i > Wc$, будут загружены не полностью, и их резерв по наработке (R_i) составит:

$$R_i = D \cdot (Wnc_i - Wc) \quad (4)$$

Поэтому степень увеличения наработки каждого отдельного агрегата при полной его загрузке, определится из зависимости:

$$\beta_i = \frac{F_l + R_i}{F} = \frac{D \cdot Wc_i \cdot \alpha_i}{D_i \cdot Wc_i} = \frac{D \cdot \alpha_i}{D_i} \quad (5)$$

где β_i - степень увеличения наработки i -того агрегата при полной загрузке.

Кроме того следует учесть, что при проведении цикла работ последовательным методом, даже в рамках агротехнического срока, неминуемы потери урожая из-за нарушения агротехнических требований к временным разрывам между отдельными технологическими операциями. Потери для i -той операции можно записать в следующем виде:

$$\Pi_i = Kn_i \cdot U_{max} \cdot Cn \cdot \sum_{j=1}^i D_{j-1} \quad (6)$$

где Π_i - потери урожая из-за запаздывания начала проведения i -той операции, руб/га; Kn_i - коэффициент потерь урожая для i -той операции, 1/дн; U_{max} - значение урожайности, соответствующее выполнению работ в оптимальный срок, т/га; Cn - цена реализации продукции, руб/т.

При выполнении технологических операций параллельным методом организация работ позволяет избежать нарушений агротехнических требований и, следовательно, можно принять, что $\Pi_i = 0$.

Таким образом, учитывая вышеперечисленные посылки, затраты на проведение i -той технологической операции последовательным методом, из расчета на единицу площади, запишутся в виде:

$$3_i = \frac{A_i}{F} + B_i + Kn_i \cdot U_{max} \cdot Cn \cdot \frac{F}{Wc_i} + \Pi_i, \quad (7)$$

где A_i - величина амортизационных отчислений для i -того агрегата, отнесенная на выполнение данной технологической операции, руб.; B_i - условно пропорциональные затраты на ТСМ, ремонт и техническое обслуживание i -того агрегата, руб.

Затраты на проведение той же технологической операции параллельным методом составят:

$$3I_i = \frac{A_i}{F_I} + B_i + Kn_i \cdot U_{max} \cdot Cn \cdot D \quad (8)$$

Учитывая (3), что $F_I = \beta \cdot F$, $D = F / Wc$, равенство (8) примет вид:

$$3I_i = \frac{A_i}{\beta \cdot F} + B_i + Kn_i \cdot U_{max} \cdot Cn \cdot \frac{\beta \cdot F}{Wc} \quad (9)$$

Тогда преимущество параллельного метода выполнения работ над последовательным аналитически можно записать следующим образом:

$$\mathcal{E}_i = 3_i - 3I_i$$

или

$$\mathcal{E}_i = \frac{A_i}{F} \cdot \left(1 - \frac{1}{\beta}\right) - Kn_i \cdot U_{max} \cdot Cn \cdot F \cdot \left(\frac{\beta}{Wc} - \frac{1}{Wc_i}\right) + \Pi_i \quad (10)$$

Переход к параллельному методу будет иметь смысл только в том случае, если

$$\mathcal{E}_i = 3_i - 3I_i > 0 \quad (11)$$

Это возможно, если степень увеличения наработки будет находиться в пределах $\beta_{min} < \beta < \beta_{max}$. Определим оптимальное значение β_{onm} :

$$\beta_{onm} = \sqrt{\frac{A_i \cdot Wc}{Kn_i \cdot U_{max} \cdot Cn \cdot F^2}}, \quad (12)$$

где β_{onm} - оптимальный предел увеличения нагрузки на агрегат при использовании его несколькими фермерами.

Но, как указывалось выше, при проведении работ параллельным методом агрегат имеет еще и резерв по наработке. Рассмотрим вариант, предусматривающий полную загрузку агрегатов. Тогда, целесообразность выполнения всего цикла сочлененных технологических операций составит:

$$\mathcal{E} = \sum_{i=1}^n \mathcal{E}_i = \frac{1}{F} \cdot \sum_{i=1}^n \left(A_i - \frac{A_i}{\beta_i}\right) - U_{max} \cdot Cn \cdot F \cdot \sum_{i=1}^n \left(\frac{Kn_i \cdot (\beta_i - \alpha_i)}{\alpha_i \cdot Wc_i}\right) + \sum_{i=1}^n \Pi_i \quad (13)$$

Таким образом, переход на параллельный метод выполнения цикла сочлененных технологических операций позволяет снизить затраты на величину \mathcal{E} за счет увеличения объемов работ (при неизменном сроке их выполнения) в β раз, увеличения производительности агрегата в α_i раз и наработки на агрегат в β_i раз.

Список использованных источников

1. Никитин, А.В. Учет, налогообложение и страховые взносы в фермерских хозяйствах / А.В.Никитин и др. - Мичуринск, 2018
2. Интенсивные сады яблони средней полосы России / Под ред. Ю. В. Трунова. - Мичуринск-научград РФ. - Воронеж: Кварта, 2016. - 192 с.
3. Никитин, А. В., Жидков, С. А. - Особенности государственного регулирования рынка зерна в России на современном этапе. // Экономика сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий, № 6. - 2017.
4. Сазонова, Д.Д. Ретроспективный анализ оснащенности фермерских хозяйств машинами и механизмами / Д.Д.Сазонова, С.Н.Сазонов // Экономика: вчера, сегодня, завтра. -2015. -№ 2. - С.91-112
5. Сазонов, С.Н. Анализ производственной функции, отражающей эффективность использования ресурсов в фермерских хозяйствах / С.Н.Сазонов, Д.Д.Сазонова // Наука в центральной России. -2017. -№ 4 (28). -С. 81-88.
6. Ерохин, Г. Н. Оценка эксплуатационных свойств зерноуборочных комбайнов ACROS 530 и John Deer W650 / Г.Н.Ерохин, С.Н.Сазонов, В.В.Коновский // Вестник Мичуринского аграрного университета. -2014. - №1. С. 68-71.
7. Сазонова, Д.Д. Итоги деятельности фермерских хозяйств Тамбовской области/ Д.Д.Сазонова, С.Н.Сазонов // Наука в центральной России. -2016. -№5. -С.44-54
8. Сазонов, С.Н. Структура и динамика затрат в фермерских хозяйствах / С.Н.Сазонов // Экономика: вчера, сегодня, завтра. - 2018. -Т. 8. - № 8А. -С. 112-120.
9. Сазонова, Д.Д. Земельные ресурсы фермерских хозяйств и их использование / Д.Д.Сазонова, С.Н.Сазонов // Наука в центральной России. -2017. -№ 3 (27). -С. 95-101.
10. Ерохин, Г.Н. Модель использования комбайнов на уборке зерновых культур в крестьянском (фермерском) хозяйстве / Г.Н. Ерохин, С.Н.Сазонов // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. - 2019. - Том. 12.- №1 (60). - С.201-206.
11. Клейменов, О.А. Теория и практика использования техники в крестьянских хозяйствах / О.А.Клейменов и др. -Тамбов, 1996.
12. Рекомендации по организации и функционированию машинно-технологических станций (МТС) -М.:ГОСНИТИ, 1996. -140с

УДК 631.363

68.85.39: Механизация и электрификация животноводства

ПАРАМЕТРЫ ВИБРАЦИЙ, ВЛИЯЮЩИЕ НА ИСТЕЧЕНИЕ СЫПУЧИХ МАТЕРИАЛОВ

Павлов А.Г.,

*ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», к.с.х.н, доцент
e-mail: apavlovv@rambler.ru*

Ильина И.Е.,

*ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», к.ф.н., доцент
e-mail: ser_il@mail.ru*

Глазков А.Ю.,

*ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», аспирант
e-mail: glazkov.ay@mail.ru*

Прохорова В.О.,

*ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», аспирант
e-mail: EgeVika68@mail.ru*

Ноздрина А.О.,

*ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», аспирант
e-mail: lady.nozdrina@list.ru*

В линиях приготовления и раздачи кормов широко применяются разнообразные дозирующие устройства – одни из основных элементов любого кормораздатчика. Все дозаторы подразделяются по способу дозирования, характеру протекания процесса, виду дозируемых кормов, степени

автоматизации, типу рабочих органов. По способу дозирования дозаторы делятся на две большие группы: массовые и объемные [1]. В настоящее время наибольшее распространение получили объемные дозаторы из-за надежности и простоты конструкции и обслуживания, несмотря на то что массовые дозаторы обладают значительно более высокой степенью точности [1].

Для улучшения показателей текучести сыпучих материалов эффективно и экономически целесообразно использовать действие вибрации. Конструкция вибрационных дозаторов простая и надежная, отличается небольшими габаритами и отсутствием вращающихся частей. В большинстве случаев вибрационные устройства имеют малую инерционность и их можно использовать для дозирования мелкодисперсных сыпучих материалов. Использование влияния вибрации на сыпучие продукты реализуется в различных целях:

- для разрыхления материала;
- для изменения формы истечения материала;
- для изменения физико-механических свойств материала.

Однако применение вибрации в дозировании сыпучих материалов может привести и к негативным последствиям: уплотнению сыпучего материала. Опасность уплотнения уменьшается при увеличении амплитуды колебаний и уменьшении частоты вибрации [6]. При этом необходимо учитывать, что именно вертикальные колебания интенсифицируют процессы разрушения сводов. Для эффективной работы вибровозбудителя большое значение имеет его правильное расположение с учетом того, что действие вибрации должна распространяться на участок потенциального образования свода.

На варьирование физико-механических свойств сыпучих материалов, непосредственно сказывается на показателях текучести продукта, как правило, влияют следующие параметры вибрации:

- частота колебаний;
- амплитуда колебаний;
- направление колебаний;
- режим работы дозатора.

В зависимости от длительности воздействия вибрации на материал различают следующие режимы работы вибрационных дозаторов [4,5]:

- непрерывная работа, применяется в случае, когда минимальный размер выпускного отверстия разгрузочной лунки дозатора, что позволяет избежать образования свода, больше, чем его истинный выпускное отверстие;
- периодический режим работы, который может быть использован, когда действие вибрации необходима для интенсификации процесса истечения материала;
- кратковременный пульсирующий режим работы, целесообразно использовать после длительного хранения или простоя продукта.

Выбор параметров вибрации в значительной степени зависит от требований технологического процесса, а также физико-механических свойств сыпучих материалов. В зависимости от требуемой частоты колебаний рабочего органа можно выделить три типичные режимы эксплуатации вибрационных дозаторов [6]:

- низкочастотный движение стенки бункера
- высокочастотное возбуждение с резонансным усилением;
- импульсное биение.

Низкочастотные движения рабочего органа дозатора (25-30 Гц) используются обычно для разрушения свода. Их недостаток - высокая вероятность возникновения усталостных трещин в стенках бункера [7]. При более высоких частотах (≥ 100 Гц) риск возникновения усталостных трещин в стенках бункера уменьшается, однако часто встречаются случаи уплотнения материала [7].

Основным фактором, определяющим поведение сыпучих материалов под действием вибрации является интенсивность колебаний. При реализации колебаний небольшой интенсивности в сыпучем материале уменьшается количество пор (формируется более плотная укладка частиц продукта). Если интенсивность вибрации недостаточна для отрыва частиц продукта друг от друга, то она практически не повлияет на текучесть материала. Больше уплотнения достигается при амплитудных ускорениях колебаний, близких к ускорений свободного падения. Поэтому очень важно для каждого сыпучего материала устанавливать амплитуду и частоту колебаний, соответствует порогу интенсивности вибрации, выше которого происходит нарушение связи между частицами сыпучего среды и их циркуляцией. Состояние непрерывной циркуляции сыпучего материала принято называть виброкипением. Он характеризуется разрыхлением сыпучего продукта, равномерным и непрерывным его истечением.

В некоторых случаях для реализации виброкипения необходимо дополнительно применять продув сыпучей среды воздухом или газом. Для мелкодисперсных сыпучих материалов, склонных к слеживанию, комбинированное использование вибрации и продувки газом позволяет устанавливать с

достаточной степенью надежности необходимую структуру виброкипящего слоя продукта. Однако использования газового потока приводит к значительному пылеобразованию в помещении и роста стоимости оборудования, поэтому использование такого метода для дозирования мелкодисперсных сыпучих материалов не получило широкого распространения.

Состояние виброкипения сопровождается сложными циркуляционными процессами в дисперсных средах. Характер этих движений зависит от многих факторов, среди которых основными являются режимы вибрации и конфигурация бункера. Типичные циркуляционные контуры, возникающие в сыпучих материалах под действием прямолинейных колебаний рабочего органа успешно используются многими исследователями при разработке математических моделей движения продукта под действием вибрации.

При исследовании поведения сыпучего материала в бункере, осуществляющего горизонтальные колебания, установлено, что при увеличении интенсивности вибрации в рабочей камере начинают формироваться определенной геометрии циркуляционные потоки продукта (рис. 1) [2-5]. В односекционной рабочей камере (рис. 1, а) сыпучего материала у стенок начинает двигаться вниз, а в центральной части, наоборот, подниматься вверх, при этом свободная поверхность продукта приобретает выпуклой формы [2-3]. На дне рабочей камеры, как правило, формируются застойные зоны, в которых скорость частиц резко уменьшается. Роль застойных зон заключается в организации потока сыпучего материала и интенсификации процессов циркуляции [2, 3]. Циркуляционные контуры продукта проходят на некотором расстоянии от стенок рабочей камеры вследствие силы сцепления между ними и частицами материала.

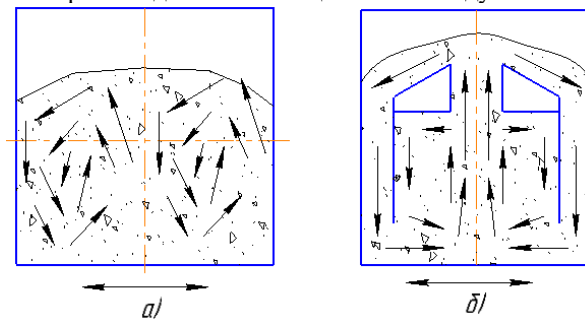


Рисунок 1 - Циркуляционных движение сыпучего материала в бункере постоянного сечения при вынужденных горизонтальных колебаниях: а) односекционный камера, б) трехсекционная камера

Использование многосекционных бункеров позволяет изменять конфигурацию циркуляционных контуров сыпучего материала. Например, в трехсекционной вибрационном бункере (рис. 1, б) в центральной широкой камере формируется обычная двухконтурная циркуляция продукта, в то время как в боковых камерах формируется нисходящий поток материала проходит ниже центральных контуров [2]. И так, как показывают исследования, горизонтальные колебания бункера формируют нисходящие потоки материала у стенок бункера, и восходящие в его центральной части.

Существенно другой характер имеют циркуляционные контуры сыпучего материала при действии вертикальных колебаний. Если предоставить вертикальные колебания бункера с асимметричной клиновидной лункой (рис. 2, а) [2,3], то в ней установится одноконтурная циркуляция, характеризующееся нисходящим потоком продукта вдоль длинной стенки и восходит - вдоль наклонной - короткой. Такой характер циркуляционного контура материала объясняется тем, что вертикальные колебания наклоненной стенки превращаются в направлены под углом колебания среды [2,3]. При исследовании поведения сыпучего материала под действием вертикальных колебаний в бункере с симметричной клиновидной лункой (рис. 2, б) установлено, что формируются два циркуляционных контура продукта: в центре камеры - нисходящий потоки, а у стенок емкости - восходящие [2,3].

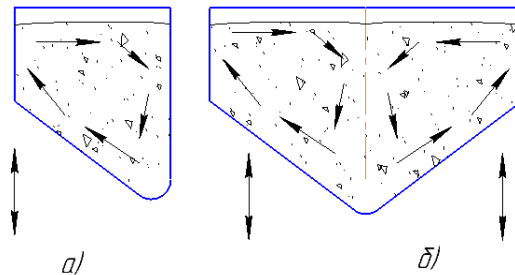


Рисунок 2 - Циркуляционных движение сыпучего материала в бункере переменного сечения при вынужденных вертикальных колебаниях: а) асимметричная клиновидная лунка; б) симметричная клиновидная лунка

Особый характер имеют циркуляционные контуры сыпучего материала, сформированные в емкости под действием направленных под углом колебаний (рис. 3) [2,3]. При угле вибрации близкой к 25° (рис. 3, а) емкости формируется один циркуляционный контур материала характеризуется подъемом свободной поверхности продукта в направлении действия вибрации. Также в массе сыпучего материала происходит формирование застойной зоны в середине бункера, которая меняет свою форму и размещение с увеличением угла вибрации (рис. 3, а, б) [2,3]. Если рабочую камеру разделить вертикальной стенкой на две части (рис. 3, в), то циркуляционный движение продукта обеспечит подъем сыпучего материала в секции меньшего объема [2,3].

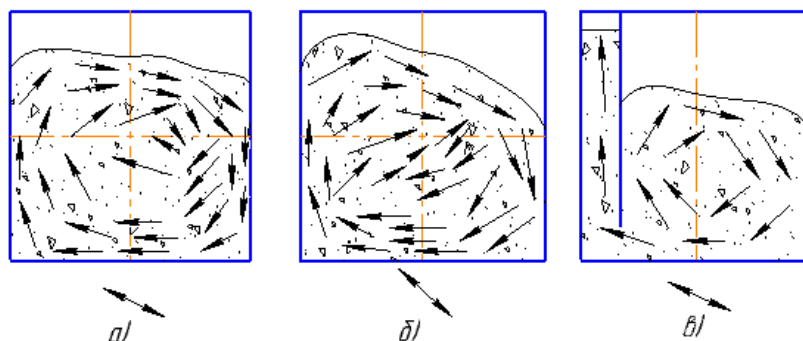


Рисунок 3 - Циркуляционных движение сыпучих материалов в бункере постоянного сечения при направлениях колебаниях: а) угол вибрации 25° (односекционный бункер), б) угол вибрации 40° (односекционный бункер), в) угол вибрации 25° (двухсекционный бункер)

Таким образом, анализ литературных источников показал, что физико-механические свойства и поведение мелкодисперсных сыпучих материалов в значительной степени зависит как от условий окружающей среды, так и особенностей процесса дозирования. Проведенный обзор существующих видов вибрационных дозаторов позволяет утверждать, что под влиянием колебаний рабочего органа мелкодисперсный сыпучий материал может изменять свои физико-механические свойства, текучесть, реализовывать движение в нужном направлении, а также осуществлять непрерывную циркуляцию в бункере. Особенности поведения продукта дозирования под действием вибрации в значительной степени зависят от геометрии разгрузочной лунки бункера. Поэтому на сегодняшний день актуальным остается исследование влияния параметров вибрации и геометрии разгрузочной лунки бункера на истечение мелкодисперсных сыпучих материалов с целью повышения эффективности работы объемных дозаторов.

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. – 2014. – № 1(50). – С. 103-108.
2. Гончаревич И. Ф. Вибрация – нестандартный путь / И. Ф. Гончаревич. – М. : Наука, – 1986. – 209 с.
3. Гончаревич, И. Ф. Теория вибрационной техники и технологии / И. Ф. Гончаревич, К. В. Фролов. – М. : Наука, 1981. - 319 с.
4. Сергеев, Н. С. Истечение сыпучих кормов из бункера многокомпонентного вибрационного дозатора / Н. С. Сергеев, В. Н. Николаев // Достижения науки и техники АПК. – 2010. – № 10. – С. 65-67.
5. Доровских, Д. В. Обоснование конструктивно-режимных параметров совмещенной пневмотранспортно-сепарирующей системы по критериям качества технологического процесса : специальность 05.20.01 "Технологии и средства механизации сельского хозяйства" : диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Доровских Дмитрий Владимирович. – Мичуринск, 2002. – 251 с.
6. Kache G. Verbesserung des Schwerkraftflusses kohäsiver Pulver durch Schwingungseintrag : Dissertation zur Erlangung des akademischen Grades Doktoringenieur : Promotionskolloquium / G. Kache. – Magdeburg : Ottovon-Guericke-Universität Magdeburg, 2009. – 223 s.
7. Schulze D. Pulver und Schüttgüter. Fließstigenschaften und Handhabung / D. Schulze. Berlin : Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2005. – 501 s.

АНАЛИЗ ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ ИЗМЕЛЬЧЕНИЯ КОРМОВЫХ КОМПОНЕНТОВ

Глазков А.Ю.,

*ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», аспирант
e-mail: glazkov.ay@mail.ru*

Прохоров А.В.,

*ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», доцент кафедры
«Агроинженерия»
e-mail: pav1981@bk.ru*

Шемонаев И.А.,

*ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», студент
e-mail: ivanshemonaev.com@mail.ru*

Першин В. Р.,

*ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», магистрант
e-mail: the8th.number@gmail.com*

Реформирование агропромышленного комплекса создало необходимые предпосылки функционирования новых, более экономически эффективных форм организации производства, в том числе: крестьянско-фермерские хозяйства, сельскохозяйственные производственные кооперативы, малые предприятия и т.д.

Проблема обеспечения выше перечисленных организационных формирований средствами производства в настоящее время является весьма актуальной, так как существующим прототипам оборудования не всегда удовлетворяют как необходимые, так и достаточные условия его использования. При небольших объемах производства довольно трудно обеспечить высокий коэффициент загрузки и равномерность работы высокопроизводительного оборудования. Высокие цены на энергоносители в сельскохозяйственных предприятиях не позволяют производителям снижать цены на производимую продукцию, что в итоге негативно отражается, в первую очередь, на потребителях. В современных условиях функционирования малых хозяйственных предприятий на первый план выходит разработка новых и усовершенствование существующих средств механизации производственного процесса, которые бы соответствовали основам и принципам ресурсосбережения.

Приготовление кормов составляет 45 - 50 процентов в себестоимости готовой продукции животноводства. Затраты энергии по операциям распределяются таким образом: транспортировка – 20%, дозирование – 15%, измельчение – около 65 % общих расходов, что составляет примерно 33% себестоимости готовой продукции [1].

В числе средств механизации для измельчения зерновых материалов наиболее распространены универсальные дробилки ударного типа с шарнирно подвешенными молотками. Они способны измельчать разнообразные виды сырья, сравнительно просты по конструкции и удобны в обслуживании и эксплуатации. Их конструкция позволяет легко изменять быстроизнашивающиеся детали (молотки, деки, решетки).

Вместе с тем, современные конструкции имеют значительные недостатки: высокая металлоемкость и энергоемкость установок, неравномерность гранулометрического состава с повышенным содержанием пылевидных частиц, интенсивный износ рабочих органов и связанное с этим снижение производительности и качества измельчения материала.

Повышение качества измельчения и снижение энергоемкости технологического оборудования является важной задачей производителей и эксплуатационников, поскольку улучшение этих показателей значительно уменьшает себестоимость готовой продукции, следовательно, должно принести ощутимый экономический эффект и улучшить условия развития животноводческой отрасли.

Размер частиц зернового материала для приготовления комбикормов зависит от физиологических особенностей животных, причем для максимально эффективного усвоения питательных веществ пищеварительной системой недопустимы как чрезмерно измельченные (пылевидные), так и слишком крупные частицы [2]. Поэтому операция измельчения определяет пригодность частиц к усвоению системой пищеварения животных и зависит от технических возможностей машин для измельчения. Кроме того,

к оборудованию предъявляются эксплуатационные требования: универсальность, простота и надежность конструкции, низкие удельные энергозатраты. Таким образом, на выбор типа конструкции измельчителя влияют эксплуатационные требования и соответствие конечного продукта зоотехническим требованиям.

Согласно ГОСТ 14916-82 «Дробилки. Термины и определения», процесс измельчения определяется как «разрушение твердого кускового материала на мелкие куски» [3]. Питательные вещества усваиваются организмом животных только в растворимом виде, а скорость обработки частиц корма желудочным соком прямо пропорциональна площади их поверхности.

Измельчение материалов происходит раздавливанием, раскалыванием, ударом и стиранием. При измельчении обычно имеют место несколько сопутствующих видов измельчения. Например, стирание сопровождается раздавливанием, раскалыванием, измельчением при ударе.

При истирании материалов образуется большое количество пыли и в ряде случаев имеет место избыточное измельчение, что иногда недопустимо, согласно требованиям производства.

Выбор метода измельчения зависит от крупности и прочности измельчаемых кусков материала. Прочные и хрупкие материалы измельчаются раздавливанием и ударом, прочные и вязкие – раздавливанием, вязкие материалы средней прочности – стиранием, ударом и раскалыванием. Измельчение проводят в один или несколько приемов в открытых или замкнутых циклах.

При измельчении в открытом цикле куски материала проходят через измельчитель один раз. Если в исходном материале присутствуют мелкие примеси, то их предварительно отсеивают. В открытом цикле проводят, как правило, крупное и среднее измельчение.

При измельчении в замкнутом цикле после измельчителя устанавливают классифицирующее устройство, с помощью которого частицы, превышающие установленный конечный размер, снова транспортируются на повторное измельчение (система рециркуляции).

Машины для измельчения кусковых и сыпучих материалов подразделяются на следующие типы [3]: щековые дробилки, конусные, молотковые и роторные дробилки ударного действия; валковые мельницы.

Кроме того, для тонкого измельчения используют протирочные машины, шаровые и стержневые мельницы, кольцевые, вибрационные, коллоидные мельницы.

К дробильным машинам выдвигают общие требования [4]:

- равномерность кусков измельченного материала;
- сведение к минимуму пылеобразования;
- удаление измельченных кусков из рабочего пространства, непрерывная и автоматическая разгрузка;
- возможность регулировки степени измельчения;
- возможность легкой смены быстроизнашивающихся частей;
- минимальные удельные затраты энергии на единицу продукции.

Для измельчения сыпучих материалов используют следующие типы измельчителей.

Молотковые дробилки применяют для измельчения кусков и малоабразивных сыпучих материалов, в частности, при производстве комбикормов [5].

Молотковая дробилка представляет собой машину ударного действия, имеющую диск с шарнирно прикрепленными к нему молотками, который быстро вращается. Материал поступает в дробилку через бункер и измельчается молотками, а также при ударе о броневые плиты или рифленую деку. Измельченный материал удаляется через сито. Размеры отверстий сита определяют размеры измельченного материала.

Общие технические требования к конструкции, безопасности работы, санитарно гигиенические и др. определяют пригодность данного типа к использованию при измельчении зерновых материалов. Существенным недостатком данной конструкции являются образование избыточного количества пылевидных частиц и вызванная чрезмерным измельчением повышенная энергоемкость процесса

Конусные дробилки [6] применяют для крупного, среднего и мелкого измельчения. Процесс происходит путем непрерывного раздавливания и излома кусков материала между конической головкой, что дробит, и корпусом, имеющим форму усеченного конуса. Головка установлена в корпусе дробилки с эксцентриситетом, в результате чего она делает эксцентричное вращательное движение. Когда головка приближается к одной стороне корпуса, измельченный материал выпадает с противоположной стороны через расширяющуюся в это время кольцевую щель между корпусом и головкой.

Данный тип дробилки является малопроизводительным и металлоемким, поэтому практически не используется для измельчения зерновых материалов.

Шнековые дробилки [7] измельчают материал путем раздавливания и раскалывания в конической камере, образованной неподвижной и подвижной плитами, которые периодически сближаются. Раздавленный материал выпадает из дробилки во время обратного хода подвижной плиты.

Щеки дробилки оснащены съемными ребристыми плитами из износостойкой стали. Подвижная щека установлена на неподвижной оси и приводится в колебательное движение от эксцентрикового вала

с помощью шатуна, шарнирно связанного рычагами с этой щекой и регулировочными клиньями. Перемещением клиньев с помощью болтов регулируют ширину выпускной щели и, следовательно, степень измельчения материала. С помощью тяги и пружины обеспечивается обратное движение щеки. Коленчатый рычаг, образованный шатуном и распорными плитами, является основой конструкции дробилки и позволяет получать очень большую силу сжатия.

Шнековая дробилка проста и надежна в работе, однако наличие в ней неуравновешенных качающихся масс требует установки ее на тяжелых фундаментах. Работа дробилки сопровождается сильным пылеобразованием и шумом, а процесс дробления – образованием чрезмерно мелких частиц. Для приготовления комбикормов на мелких фермерских хозяйствах практически не используется.

Валковые мельницы служат для среднего, мелкого и тонкого измельчения [7,8]. Они применяются в пищевой промышленности для дробления и помола зерна, солода, плодов, жмыхов и т.д. Дробилка может иметь один валок, вращающийся вокруг горизонтальной оси параллельно неподвижной рабочей щеке, или два валка. В первом случае раздавливание материала происходит между неподвижной щекой и вращающимся валком. Парные валки вращаются навстречу один другому, и раздавливание реализуется между валками. Поверхность валков может быть гладкой, рифленой и зубчатой. Размер кусков продукта определяется шириной щели между валками. Мельница загружается непосредственно из бункера. При вращении валков куски материала захватываются валками и раздавливаются, причем наибольший размер измельченных кусков в 20...25 раз меньше диаметра валков. Окружная скорость валков колеблется в пределах от 3 до 6 м/с.

Для измельчения зерновых материалов в процессе приготовления комбикормов данный тип мало используется, потому что, хотя он и дает более высокую однородность измельчения, но имеет большую материалоемкость, энергоемкость и более сложную конструкцию, что снижает эксплуатационные качества машин валкового типа мельницы.

Дисковые, шаровые мельницы, дезинтеграторы и дисмембраторы применяются для мелкого и тонкого дробления зерна, солода и жмыха, сухарей и др. [6]. Шаровые и стержневые, а также вибрационные мельницы предназначены для тонкого измельчения материала. Коллоидные мельницы используют для очень тонкого измельчения. Названные типы не используются для измельчения частиц с конечным размером от 0,7 до 2 мм, а также имеют более сложную конструкцию, они менее удобны в обслуживании и ремонте.

Таким образом, среди машин для измельчения, которые относятся к классу дробилок, наиболее подходящим по техническим возможностям типом является молотковая кормодробилка с шарнирно подвешенными молотками, при условии уменьшения количества чрезмерно измельченных частиц и связанных с этим завышенных энергозатрат.

Список использованных источников

1. Ведищев, С.М., Капустин, В.П., Глазков, Ю.Е. Механизация приготовления кормов [Электронный ресурс] в 2 ч. Ч. 1. Учебное пособие. Тамбов. Издательство ФГБОУ ВПО «ТГТУ», 2015. <https://tstu.ru/book/elib1/exe/2015/Vedishchev.exe>
2. Мельников С. В. Механизация и автоматизация животноводческих ферм. – Л.: Колос, 1978. – 560 с.
3. ГОСТ 14916-82 . Дробилки. Термины и определения.
4. ГОСТ 28098-89. Дробилки кормов молотковые. Общие технические требования.
5. Техническое обеспечение животноводства: учебник / А. И. Завражнов, С. М. Ведищев, М. К. Бралиев [и др.]; под редакцией А. И. Завражнова. – Санкт-Петербург: Лань, 2018. – 516 с. – ISBN 978-5-8114-3083-3. – Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/108449> (дата обращения: 30.03.2021). – Режим доступа: для авторизованных пользователей.
6. Ревенко И.И. О повышении качества работы молотковых дробилок. / Механизация и электрификация сельского хозяйства. № 8, 1980. – С. 18-21.
7. Стабников В.Н., Попов В.Д., Лысянский В.М., Редько Ф.А. Процессы и аппараты пищевых производств. – М.: Пищевая промышленность, 1976.-661с.
8. Доровских, В. И. Использование кормоцехов в молочном скотоводстве / В. И. Доровских, Д. В. Доровских // Повышение эффективности использования ресурсов при производстве сельскохозяйственной продукции - новые технологии и техника нового поколения для растениеводства и животноводства : XVIII Международная научно-практическая конференция, Тамбов, 23–24 сентября 2015 года. – Тамбов: Издательство Першина Р.В., 2015. – С. 48-51.

АНАЛИЗ СУЩЕСТВУЮЩИХ СПОСОБОВ СУШКИ РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ

Зорина О.А.,

*ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», аспирант кафедры
«Механика и инженерная графика», ул. Мичуринская, 112, корп. А, г. Тамбов,
Тамбовская область, 392032, Россия, e-mail: zorina.olya90@gmail.com*

Зорин А.С.,

*ООО «3-лайн», генеральный директор ул. Селезневская, 92, г. Тамбов, Тамбовская область,
392024, Россия, e-mail: zorin619@bk.ru*

Введение. Существующие способы сушки растительного сырья характеризуются или высокими энергозатратами и низкой производительностью или большим количеством отходов и низким качеством полученного продукта. Для того чтобы подобрать рациональный режим сушки конкретного сырья, нужно знать особенности изучаемого материала, связь влаги с материалом, теорию сушки.

Материалы и методы. В результате снижения содержания влаги в растительном сырье происходит концентрирование сухих веществ и образуется повышенное осмотическое давление. В условиях высокого осмотического давления и нехватки свободной влаги биохимические и физиологические процессы сначала замедляются, а потом совсем прекращаются, инактивируются ферменты или существенно снижается их активность. После сушки устойчивость продукции к внешним факторам значительно повышается.

Консервирование пищевых продуктов методом обезвоживания имеет ряд преимуществ: простота, универсальность, доступность, низкая стоимость, уменьшение массы и объема конечного продукта, удешевляет его транспортировку, упаковку и хранение, значительное повышение устойчивости готового продукта к условиям хранения. Высушенные продукты в благоприятных условиях могут храниться годами.

Сушка - это процесс удаления влаги из материала. С одной стороны, сушка является диффузным процессом, а с другой - тепловым. Процесс сушки придает материалам определенные свойства, во многих случаях обеспечивает их длительное хранение и часто является последним этапом в процессе производства, непосредственно предшествующий продаже или упаковке продукции. Сушка сопровождается массо- и теплообменом между сушильным агентом и влажным материалом. Сушка является одним из основных технологических процессов, нашедших применение в химической, пищевой, деревообрабатывающей, а так же в строительстве, сельском хозяйстве и других отраслях промышленности.

В пищевой промышленности процесс сушки играет чрезвычайно важную роль, поскольку применяется в различных звеньях, а именно:

- при сахарном производстве сушке подвергается сахар-песок, сахар-рафинад, жом;
- при спиртовом производстве - барда, пищевые и кормовые дрожжи;
- на молочных заводах при изготовлении сухого и сгущенного молока
- на хлебокомбинатах для получения сахаров;
- на производствах при процессах хранения и переработки зерна;
- при сушке овощей и фруктов;
- в пивоварнях при производстве солода и т.д.
- производство порошков из растительного сырья.

Чтобы сделать правильный выбор оптимальных режимов сушки для конкретного сырья, необходимо руководствоваться соответствующими требованиями, которые могут значительно ограничить выбор сушильного оборудования. Основными критериями являются:

1. Физическая форма высушиваемого материала и получаемого продукта.
2. Соответствующее качество и заданные свойства продукта.
3. Термостабильность материала (способ подвода тепла и физическая форма материала должны выбираться с учетом предельной допустимой температуры нагрева материала).
4. Энергетическая эффективность.
5. Производительность (малая, средняя, высокая).

Существует много способов сушки растительного сырья. Широкое применение находят различные сушилки, которые должны быть эффективными, компактными, не иметь негативного влияния на качество готового продукта и не загрязнять окружающую среду, но недостатком традиционных способов переработки растительного сырья являются значительные потери биологически активных веществ. Это, конечно, приводит к снижению качества готового продукта.

Процесс сушки с технологической точки зрения определяется с одной стороны тепло- и влагообменом между поверхностью тела и окружающей средой, с другой - нагреванием тела и переносом влаги внутри него, обусловленным формой связи влаги с материалом [1, 2].

Для сушки овощей, фруктов и лекарственных растений используют камерные, ленточные, туннельные и др. сушилки. Камерные сушилки состоят из камеры, внутри которой расположены лотки. При загрузке в лотки загружают материал на сетчатые поддоны (рисунок 1).

Недостатком сушилки является наличие ручного труда, периодичность работы установки, неравномерность сушки материала в рабочей камере, значительные удельные расходы теплоты.



Рисунок 1 – Камерная сушилка для сушки овощей и фруктов производителя Oberhof

Достоинством данной сушилки является способ сушки, позволяющий сохранять качество готового продукта, но данный способ сушки является низкопроизводительным.

Конвективная вакуум-импульсная сушилка КВИ-1 спроектирована Поповой И.В. на кафедре «Теория машин, механизмов и детали машин» ТГТУ и изготовлена на ОАО «Прогресс» в 2008 году (рисунок 3). Вакуумный шкаф проектировался объемом 1 м^3 и площадью лотка 1 м^2 .

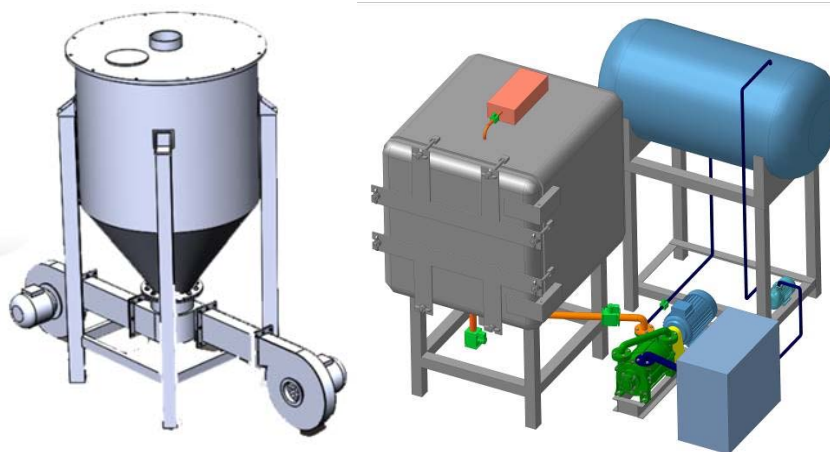


Рисунок 3 – Конвективная вакуум-импульсная сушилка во взвешенном слое

Достоинством данной КВИ сушки является способ сушки позволяющий сохранять качество готового продукта, но данный способ сушки является энергозатратным.

Модернизированная модель конвективного вакуум-импульсного шкафа КВИ-2 спроектирована и изготовлена в 2013 году на кафедре «Техническая механика и детали машин» ТГТУ (рисунок 4) [3].

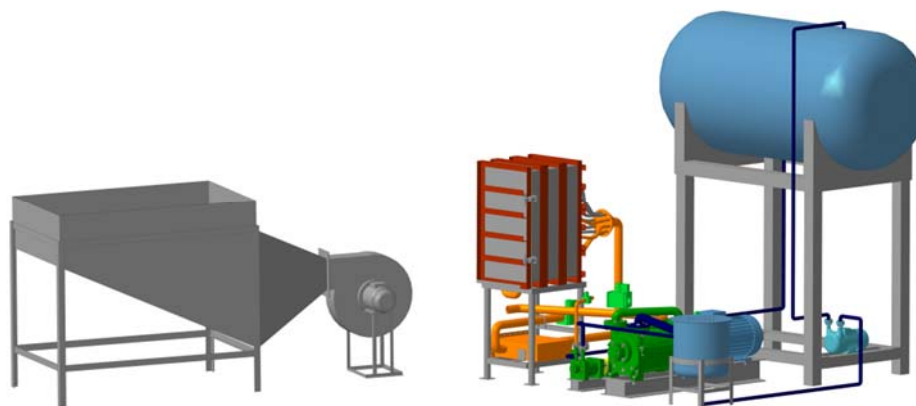


Рисунок 4 – Конвективная вакуум-импульсная сушилка в неподвижном слое

Достоинством ДВКИС является способ сушки позволяющий сохранять качество готового продукта [3].

Заключение.

Существующими технологиями сушки растительного сырья не удастся добиться необходимых показателей качества продукта, скорости процесса, а также его энергоэффективности. Наиболее рациональным способом с точки зрения получения чипсов из растительного сырья при минимальных энергозатратах является двухступенчатая конвективная вакуум-импульсная сушка.

Так как оборудование необходимое для осуществления данного процесса имеет малую металлоемкость и энергоемкость, по сравнению с рассмотренными способами и обладает простотой в обслуживании. При данном способе сушки максимально сохраняется питательная ценность растительного сырья.

Основной проблемой использования современных комбинированных двухступенчатых сушилок являются теплотери, которые могут достигать до 40% от общей производительности. В свою очередь экономить тепловую энергию возможно с помощью тепловых аккумуляторов, «заряжаясь» тепловой энергией на первой ступени и «разряжаясь» на второй можно достигнуть повышения энергоэффективности и сокращения времени вывода одной из ступеней на рабочий режим [3].

Список использованных источников

1. Лыков, А. В. Теория сушки [2-е изд., перераб. и доп.]. М.: Энергия, 1968. 472 с.
2. Гинзбург, А. С. Основы теории и техники сушки пищевых продуктов. М.: Пищевая промышленность, 1973. 528 с.
3. Ребиндер, П. А. О формах связи влаги с материалом в процессе сушки. Труды Всесоюзного совещания по интенсификации процессов и улучшения качества материалов. М.: Профиздат, 1958. С.14-15.
4. Зорин, А.С. Совершенствование технологии и технических средств комбинированной вакуумной сушки растительного сырья для производства чипсов: дис. ... канд. техн. наук: 05.20.01 – Технологии и средства механизации сельского хозяйства. – Тамбов. – 2019. – 156 с
5. Патент РФ № 2716056 С1, МПК F26B 17/10 F26B 5/04. Энергоэффективная конвективновакуум-импульсная сушильная установка с тепловыми аккумуляторами / Зорин А.С., Иванова И.В., Никитин Д.В., Родионов Ю.В., Щегольков А.В. – № 2019106971; заявл. 13.03.2019. – опубл. 06.03.2020. – Бюл. № 7.

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ, ПРИМЕНЯЕМЫХ В АГРОПРОМЫШЛЕННОМ КОМПЛЕКСЕ

Сивальнев Д.В.,

*ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», магистрант,
ул. Мичуринская, 112, корп. Д, г. Тамбов, Тамбовская область, 392032, Россия,
e-mail: dmitrivalnev3826@mail.ru*

Привалов А.А.,

*ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет» - магистрант,
ул. Мичуринская, 112, корп. Д, г. Тамбов, Тамбовская область, 392032, Россия*

Введение. Эксплуатационные материалы – это различные материалы, которые применяются в автомобилях, например, бензин, дизтопливо или газ. Это дорогие и небезопасные для экологии составы, для которых ученые сейчас ищут альтернативы. Вместо природных ископаемых в процесс вовлекается электричество. К современным материалам, которые применяются при работе автомобиля, выдвигают высокие требования. Это требуется для повышения уровня экологической безопасности [1].

Во всем мире пока наиболее востребованными остаются классические виды эксплуатационных материалов. В качестве энергии для движения транспортного средства применяется бензин, а также прочие подобные вещества природного происхождения. Но все это плохо влияет на экологию. Эксплуатационные материалы поддерживают системы автомобиля в требуемом виде. Для этого каждая модель предполагает использовать свою разновидность топлива и иных составов. Для этого применяется система специальных маркировок. Разные транспортные средства имеют неодинаковое строение. Поэтому универсальных материалов быть не может [1].

Материалы и методы. В процессе работы техники в АПК применяются различные эксплуатационные материалы. Рассмотрим некоторые из них.

Дизельные топлива.

Дизельные двигатели в силу особенностей рабочего процесса на 25...30 % экономичнее бензиновых двигателей, что и предопределило их широкое применение в АПК. В настоящее время они устанавливаются на всю самоходную технику и большинство грузовых автомобилей задействованных на сельскохозяйственных предприятиях.

Эксплуатационные требования к дизельным топливам определяются:

- бесперебойной подачей топлива в систему питания двигателя;
- обеспечение хорошего смесеобразования;
- отсутствие коррозии и коррозионных износов;
- минимальное образование отложений в выпускном тракте;
- сохранение качества при хранении и транспортировке.

Наиболее важными эксплуатационными свойствами дизельного топлива являются его испаряемость, воспламеняемость вязкость и низкотемпературные свойства.

Моторное масло. Моторное масло должно в течение длительного времени выполнять возложенные на него функции, а именно [2]:

- образовывать прочную тончайшую пленку на поверхностях трущихся деталей, исключая тем самым прямой контакт деталей поверхностными микронеровностями и, как следствие, задиры поверхностей; снижать износ деталей двигателя;
- уплотнять зазоры, в первую очередь, между деталями цилиндра-поршневой группы, не допуская или сводя к минимуму прорыв газов из камеры сгорания;
- отводить тепло, образующееся в результате сгорания топлива и трения при этом охлаждать детали двигателя;
- предотвращать образование нагара и лакообразных отложений;
- предотвращать коррозию деталей двигателя;
- предотвращать выпадение осадков; поддерживать продукты старения и износа в виде стойкой эмульсии; выносить продукты износа из зоны трения;
- нейтрализовать кислоты, образующиеся при окислении масла и сгорании топлива.

Компонентной основой товарного смазочного масла является базовое масло. Обычно базовые масла выпускают сериями, отличающимися по вязкости, но с одинаковыми другими характеристиками.

Существует три вида базовых масел:

– минеральные (полученные путем вакуумной перегонки мазута с последующим рафинированием);

– полусинтетические (смесь минерального и синтетического масел);

– синтетические (полимеры или олигомеры, полученные методом синтеза изомеров).

С 2002 г. вступила в действие новейшая категория качества – API CI-4 на масла для высоконагруженных дизельных двигателей. Появление этого нового стандарта на моторное масло вызвано изменениями в конструкции автомобильных дизельных двигателей в соответствии с требованиями понижения токсичности отработанных газов.

Трансмиссионные масла. В разнообразных редукторах, коробах передач, раздаточных коробах, ведущих мостах и конечных передачах применяются прямозубые и косозубые цилиндрические, конические, спирально-конические, гипоидные и червячные передачи.

Трансмиссионные масла должны обладать:

– высокими противоизносными и противозадирными свойствами;

– хорошими вязкостно-температурными характеристиками, обеспечивающими требуемое качество смазывания деталей при холодном пуске изделия и необходимый уровень вязкости в диапазоне максимально высоких рабочих температур;

– малой коррозионной агрессивностью, в том числе по отношению к деталям из цветных металлов;

В настоящее время на рынке широко представлены жидкости для автоматических коробок передач: Toyota ATF Type T, Nissan ATF D, Honda ATF Z-1, Castrol – Automatic AMX, Automatic Transmax Z, Shell Donax TX, Texaco Texamatic 7045E, Mannol Dexron III Automatic Plus, универсальное синтетическое масло для АКП Chevron ATF и ZIC Dexron III. Все жидкости (кроме Castrol Automatic Transmax Z, которая идет как универсальная жидкость для механических и для автоматических КП и вариаторов, с классом вязкости по SAE 70W-80) соответствуют классификации Dexron III.

Практические рекомендации специалистов по использованию жидкостей для автоматических коробок передач сводятся к следующему [3]:

– заменять минеральные жидкости через 35000...40000 километров пробега, а синтетические через 50000...60000 километров при обычных условиях эксплуатации. При тяжелых условиях эксплуатации: сильные морозы (запуск двигателя при температурах ниже -30°C), частые буксования, буксировка прицепов, динамичная езда – пробег до замены сокращается на 10000...15000 км.

– следить за уровнем жидкости в картере коробки и в случае его падения выяснять причину. Контролировать цвет и запах жидкости. При потемнении и запахе гари необходимо выяснить обстоятельства, приведшие к этим явлениям.

– использовать только рекомендованные заводами-изготовителями автомобилей жидкости. У многих японских автомобилей применяемая жидкость в АКП указана на щупе коробки передач. Избегать поездок при температуре окружающего воздуха ниже -30°C .

Масла для гидросистем техники:

Гидравлические масла обеспечивают не только передачу гидравлической энергии, но и выполняют ряд других важных функций, в том числе смазку и охлаждение деталей гидропривода. Несоблюдение требований к применяемой марке масла, очистки от механических загрязнений и воды неизбежно приводит к неработоспособному состоянию гидропривода. Для обеспечения надежной эксплуатации гидравлических машин в климатических условиях России выпускаются серийно гидравлические масла МГ-15В (ВМГЗ) и МГЕ 46В (МГ30У) [4].

Другие марки масел могут применяться только после официального подтверждения их пригодности изготовителем или поставщиком гидрооборудования. Гидравлические масла должны храниться в чистой, герметично закрытой таре с приложением документа о их соответствии стандарту или техническим условиям. Заливать гидравлические масла в гидросистему необходимо с помощью устройств с тонкостью очистки 10 мкм.

Для гидроусилителя руля в России производится масло марки Р. Его основой служит масло веретенное АУ, в которое введен комплекс присадок: антиокислительной, депрессорной, антипенной. Это масло также используется для гидропривода навесного оборудования.

Пластичные смазки.

Пластичные смазки должны обладать следующими свойствами:

– разделять трущиеся детали прочной смазочной пленкой для уменьшения потерь на трение ;

– оставаться в узлах трения и не вытекать из них;

- защищать трущиеся детали от попадания пыли и грязи;
- не вызывать коррозионный износ деталей;
- прокачиваться по смазочным каналам, не создавая больших давлений;
- длительное время сохранять свои свойства в процессе работы;

Производство консистентных смазок в основном сводится к смешиванию (варке) в определенных соотношениях входящих в них компонентов.

Пластичные смазки используют для уменьшения трения и износа узлов, в которых создавать принудительную циркуляцию масла нецелесообразно или невозможно. Для смазки узлов и агрегатов автомобилей и тракторов в основном применяются мыльные смазки.

В России выпускается более 100 видов смазок. По применяемому загустителю первое место занимают мыльные (кальциевые) смазки. В отличие от других стран, где производство базируется на жирах, в России значительная часть кальциевых смазок выпускается на базе жирных синтетических кислот, получаемых в результате окисления парафина нейтрализацией гидроокисями металлов: натрия, кальция, цинка, алюминия и др. [5]

Консервационные смазки.

Консервационные смазки применяются в самых различных условиях в зависимости от климатических факторов и условий хранения законсервированной техники. Они могут использоваться для внутренней консервации или для защиты наружных поверхностей различных машин, механизмов и других изделий (пушечная, ЗЭС).

Жидкости для тормозных систем.

Тормозными жидкостями обычно называют рабочие жидкости, применяемые в различных гидравлических системах тракторов и автомобилей. Традиционным является применение тормозных жидкостей (ТЖ) в гидроприводах тормозной системы и сцепления. Тормозные жидкости также могут применяться в других системах, например в качестве рабочей жидкости для централизованной гидравлической системы и гидроусилителя рулевого механизма.

В большинстве случаев в подобных системах применяются синтетические жидкости, произведенные на основе гликолевых эфиров, полиэфиров и боратов. Реже применяются так называемые "минеральные" тормозные жидкости типа LHM (liquide hydraulic minerale). Например, на подобные жидкости используется одновременно в тормозной системе, гидравлической системе подвески и в гидроусилителе рулевого управления. Среди требований, предъявляемых к тормозным жидкостям, на первом месте стоит их температура кипения. В процессе торможения кинетическая энергия движущегося автомобиля переходит в тепло. Образованное в рабочих элементах тормозной системы (колодках, дисках) тепло приводит к разогреву рабочих цилиндров, в которых непосредственно находится тормозная жидкость до температур порядка 120 °С и выше [5].

Механизм тормозной системы (педаль «проваливается»). При росте содержания воды в процессе эксплуатации температура кипения падает и риск возникновения паровых пробок (особенно при интенсивных торможениях с полной загрузкой автомобиля) возрастает. Синтетические тормозные жидкости обладают свойством поглощать воду из окружающей среды (или гигроскопичностью). Это свойство препятствует накоплению в воды в свободном виде путем ее химического связывания, что предохраняет систему от образования ледяных или паровых пробок. Однако при накоплении воды в объеме тормозной жидкости происходит снижение ее температуры кипения. Именно поэтому различают температуру кипения «сухой» тормозной жидкости (т.е. без воды) и температуру «мокрой точки» – температуру увлажненной тормозной жидкости, содержащей 3,7 % воды (такое содержание воды является критическим). Оба эти параметра всегда указываются в паспортных данных.

Сегодня на российском рынке присутствует множество тормозных жидкостей зарубежных производителей. Среди них есть продукция компаний Mobil, BP, Техасо и т.д.

Заключение.

В настоящее время не вызывает сомнения необходимость обеспечения качества эксплуатационных материалов и повторного использования регенерированных отработанных масел, что невозможно при наличии в них механических загрязнений. Наиболее эффективным для отделения механических примесей от эксплуатационных материалов является процесс центробежной очистки, что обуславливает выбор объекта исследования. Причем для обеспечения наиболее качественной очистки эксплуатационных материалов от загрязнений предпочтение необходимо отдавать тонкослойному центрифугированию.

Список использованных источников

1. Анализ путей улучшения дизельного топлива применением биодобавок / Д. В. Доровских, Ю. Е. Глазков, И. Ю. Доровских, М. М. Глазкова // Современная наука: теория, методология, практика : Материалы 2-ой Всероссийской (национальной) научно-практической конференции, Тамбов, 28–29 мая 2020 года. – Тамбов: Издательство ИП Чеснокова А.В., 2020. – С. 200-204.
2. Исследование изменений трибологических свойств моторных, трансмиссионных и компрессорных масел во время эксплуатации автомобилей / Д. В. Доровских, Ю. Е. Глазков, И. Ю. Доровских, М. М. Глазкова // Современная наука: теория, методология, практика : Материалы 2-ой Всероссийской (национальной) научно-практической конференции, Тамбов, 28–29 мая 2020 года. – Тамбов: Издательство ИП Чеснокова А.В., 2020. – С. 196-199.
3. Доровских, Д. В. Исследование влияния очистки масла на ресурс дизельных двигателей / Д. В. Доровских, И. Ю. Доровских // Повышение эффективности использования ресурсов при производстве сельскохозяйственной продукции - новые технологии и техника нового поколения для АПК : Сборник научных докладов XX Международной научно-практической конференции, Тамбов, 26–27 сентября 2019 года. – Тамбов: Студия печати Галины Золотовой, 2019. – С. 194-197.
4. Дериватографические исследования изменений свойств дизельного моторного масла в процессе эксплуатации / Д. В. Доровских, Ю. Е. Глазков, И. Ю. Доровских, М. М. Глазкова // Современная наука: теория, методология, практика : Материалы 1-ой Всероссийской (национальной) научно-практической конференции, Тамбов, 26–27 ноября 2019 года. – Тамбов: Издательство Першина Р.В., 2019. – С. 216-220.
5. Топливо, смазочные материалы и технические жидкости : учебное пособие для студентов специальностей 110301 и 110304 / О. А. Клейменов, С. А. Нагорнов, В. Д. Прохоренков [и др.] ; Тамбовский государственный технический университет. – Тамбов : Тамбовский государственный технический университет, 2008. – 304 с. – ISBN 9785826507414.

**РОЛЬ И ЗНАЧЕНИЕ ФИНАНСОВОГО ПЛАНИРОВАНИЯ В ЭФФЕКТИВНОМ
УПРАВЛЕНИИ ПРЕДПРИЯТИЕМ**

Ахмед Исраа Шихаб, магистрант гр. МЭК11

Тамбовский государственный технический университет, Россия, г. Тамбов, *israasha77@gmail.com*

Кириченко Е.А., к.э.н., доцент

Тамбовский государственный технический университет, Россия, г. Тамбов, *kiriya.elena@gmail.com*

Аннотация. В статье раскрывается понятие финансового планирования предприятия, его цель и задачи. Автор указывает роль финансового планирования в эффективном управлении предприятием, а также причины, указывающие на эту роль.

Ключевые слова: финансовое планирование, предприятие, роль, эффективное управление,

Введение. В условиях перехода от административной к рыночной экономике процесс планирования деятельности предприятия подвергся существенным изменениям. Методы планирования, принятые в условиях централизованной экономики, оказались недостаточно эффективными, и это стало одной из основных причин, которая привела к сложной экономической ситуации. Прошлая система планирования также не соответствовала новым постеприватизационным условиям, а, как оказалось, работать без планирования не может ни одно современное предприятие. Поэтому появилась необходимость создания новой системы, которая отвечала бы целям и задачам современного предприятия в рыночных условиях, содействующих осуществлению эффективной управленческой деятельности. Разумеется, эта система должна базироваться на подходах и технологиях, используемых на западных предприятиях, имеющих многолетний опыт планирования.

Поэтому в условиях современного хозяйствования, в которых полностью должны осуществляться принципы самостоятельности предприятий и ответственности за результаты собственной деятельности, финансовое планирование приобретает особую актуальность. Без финансового планирования невозможно достичь значительного успеха на рынке, расширить производственно-хозяйственную деятельность предприятия.

Материалы и методы. Одним из центральных мест в системе внутрифирменного планирования выступает финансовое планирование. Финансовое планирование на предприятии характеризуется относительной самостоятельностью движения денежных средств по отношению к материально-вещественным элементам производства, активным влиянием опосредованного денежными средствами процесса распределения и перераспределения на процесс общественного воспроизводства.

Сегодня выделяют достаточно большое количество определений финансового планирования. Представим обобщенное понятие финансового планирования – процесс разработки и контроля системы финансовых планов, охватывающие все стороны деятельности организации и обеспечивающих реализацию финансовой стратегии и тактики на определенный период времени.

Финансовое планирование является наилучшим распределением доходов и расходов денежных средств, с целью повышения эффективности работы предприятия. Оно реализуется с помощью формирования финансовых планов, которые различны в своем содержании и предназначении. Если предприятию необходимо получить инвестиции, то руководство должно обратиться к финансовому планированию [1, с. 102].

Основопологающей целью финансового планирования на предприятии выступает определение рациональных способов развития, достижимых благодаря повышению конкурентоспособности, прибыльности и стабильности роста, реализующихся с помощью целесообразного использования денежных средств, которые получены от производственной, инвестиционной или другой деятельности [3, с. 163].

Исходя из формулировки цели, выделяют первостепенные задачи финансового планирования, которые представлены [5, с. 1649]:

- поддержанием бесперебойного функционирования предприятия;
- прагматизацией структуры капитала;
- определением суммы финансовых возможностей, установлением плана получения и расходования денежных средств;
- определением объема и сроков финансирования проектов, структур, процессов;

- контролем над возможностью предприятия расплатиться по своим долгам и обязательствам, т.е. за финансовым состоянием;
- определением максимально эффективного способа применения имеющихся ресурсов.
- рациональным распределением финансовых средств для каждого вида деятельности;
- формированием внутрихозяйственных резервов предприятия благодаря бережливому использованию финансовых средств;
- наблюдением над притоком и оттоком финансовых средств;
- защитой интересов собственников, а также иных заинтересованных лиц;
- методами планирования – определенными путями и средствами плановых расчетов;
- прогнозированием неблагоприятных ситуаций и проектированием мероприятий по их предотвращению.

Важную роль финансовое планирование на предприятии играет по следующим причинам [4, с. 73]: охватывает цели, ориентируясь на которые предприятие будет осуществлять свою деятельность; помогает понять, насколько будет выгоден проект в условиях конкуренции; выступает механизмом для привлечения инвесторов.

Сама же роль финансового планирования заключается в [2, с. 77]:

- отражении стратегических целей предприятия в качестве финансовых показателей (выручка, прибыль, денежные потоки, объём реализации услуг);
- составлении норм с целью поступления финансовых данных в качестве финансовых планов, а также документах об их осуществлении;
- выявлении нужных рамок денежных средств, необходимых для исполнения оперативных и долгосрочных планов компании;
- важности оперативных финансовых планов для создания и дальнейшего регулирования финансовой стратегии предприятия.

Заключение. Исходя из вышесказанного, отметим, что финансовое планирование на предприятии необходимо для более результативной его деятельности с целью выбора различных вариантов эффективного капиталовложения, что способствует осуществлению контроля за финансовым состоянием, платежеспособностью и кредитоспособностью предприятия.

С помощью финансового планирования возможно разглядеть дальнейшее направление деятельности предприятия, во время планирования финансовой деятельности можно предусмотреть возникновение различных трудностей. При этом руководство должно обращать внимание на возможности предприятия, чем, в последующем, на устранение возникших проблем.

Грамотное финансовое планирование позволяет сохранить финансовую устойчивость предприятия на рынке с большой конкуренцией с учетом всей строгости налоговых платежей.

Хотя финансовое планирование играет решающую роль в современной экономике и развитии предприятий, оно должно претерпеть изменения, чтобы достичь наилучшего результата.

Список использованных источников

1. Игнатенко М.С. Финансовое планирование на предприятии // Производственный менеджмент: теория, методология, практика. – 2016. – № 5. – С. 101-104.
2. Кулагин Е.В. Характеристика финансового планирования и бюджетирования на предприятии // Символ науки. – 2016. – № 10-1 (22). – С. 76-79.
3. Сорокина К.О. Финансовое планирование в компании // Экономика и бизнес: теория и практика. – 2016. – № 5. – С. 162-166.
4. Шакирова М.В. Сущность и значимость системы финансового планирования на предприятии // Бизнес-образование в экономике знаний. – 2019. – №2 (13). – С. 71-80.
5. Юсупова Г.И. Финансовое планирование и прогнозирование на предприятии // Экономика и социум. – 2017. – № 4 (35). – С. 1648-1651.

К ВОПРОСУ АКТУАЛЬНОСТИ ПОДГОТОВКИ КАДРОВ В СФЕРЕ ЛОГИСТИЧЕСКИХ УСЛУГ НА ПРИМЕРЕ ТАМБОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Гавриков В.А.,

ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», к.э.н., доцент кафедры
«Техника и технологии автомобильного транспорта»
e-mail: gamby-87@mail.ru

Логистика нашла свое место на Российском рынке и превратилась в эффективный инструмент управления бизнесом.

Важность качественных логистических услуг сложно переоценить. Они востребованы в самых разных торгово-производственных сферах экономики. В то же время их развитие тесно взаимосвязано с развитием экономики в целом.

В Транспортной стратегии, утвержденной Правительством РФ на период до 2030 года, определена активная позиция государства по созданию условий для социально-экономического развития, прежде всего за счет повышения качества транспортно-логистических услуг, снижения совокупных логистических издержек, повышения конкурентоспособности отечественной транспортной системы [1].

Для достижения цели "Обеспечения доступности и качества транспортно-логистических услуг" в Транспортной стратегии предусмотрено решение таких задач как [1]:

- создание рынка конкурентоспособных транспортно-логистических услуг, обеспечивающих устойчивое удовлетворение спроса на грузовые перевозки, доступность и качество услуг на уровне лучших зарубежных аналогов;
- создание условий для эффективного развития транспортно-логистической деятельности, в том числе логистических 3PL и 4PL-провайдеров, способных конкурировать на мировом рынке;
- внедрение современных логистических технологий и комплексного транспортно-логистического сервиса.

В этом контексте особое значение для Транспортной стратегии имеет совершенствование системы обеспечения транспортной отрасли трудовыми ресурсами, которые в том числе должны обеспечить предоставления качественных транспортно-логистических услуг.

Также актуальность подготовки кадров в сфере транспортно-логистического сервиса подтверждается и Стратегией социально-экономического развития Тамбовской области до 2035 г. которая предусматривает [2]:

- создание логистического центра вблизи крупного железнодорожного узла г. Мичуринска;
- улучшение конкурентной позиции Тамбовской области и расширение рынков сбыта региональной продукции (развитие экспорта);
- строительство межрегионального транспортно-логистического центра мощностью единовременного хранения 75 000 тон продовольственной продукции;
- стимулирование развития Интернет-торговли в Тамбовской области неотъемлемой частью, которой является транспортно-логистический сервис.

Еще одним драйвером развития кадрового потенциала для сферы логистических услуг является увеличение грузооборота. Так согласно статистическим данным грузооборот автомобильного транспорта в Тамбовской области в период с 2015 г. по 2019 г. увеличился на 80% [3] (Рисунок 1).

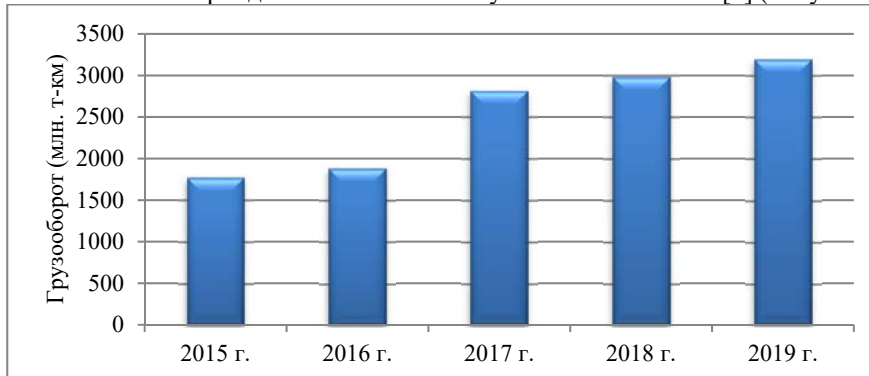


Рисунок 1 Грузооборот автомобильного транспорта в Тамбовской области

Реальность же сегодняшнего дня такова, что крупные производители товаров и услуг стараются все больше концентрировать свои усилия и капиталы на основной профильной деятельности. Для выполнения непрофильных функций могут создаваться дочерние предприятия, но чаще эти функции отдаются на аутсорсинг. В полной мере это относится и к логистическому сервису. В связи с этим в России сейчас активно формируется рынок комплексных логистических операторов так называемых 3PL - провайдеров, что соответствует 3-ей ступени развития в иерархии логистического сервиса. (Рисунок 2) Как следствие получило развитие более тесное сотрудничество логистических компаний с клиентами в области оптимизации уровня запасов, интеграции информационных систем и совместного управления логистическими затратами.

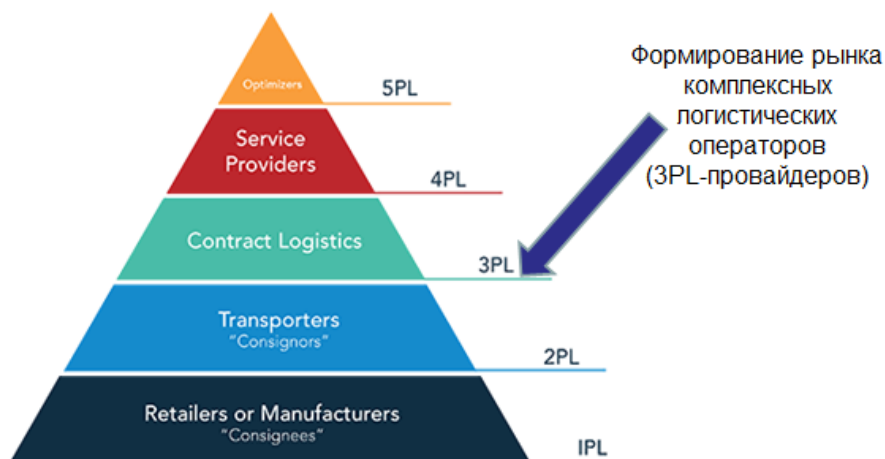


Рисунок 2 Схема иерархии логистического сервиса

Таким образом, мы видим, что рынок транспортных услуг стал усложняться, все сегменты транспортного процесса и логистики стали интегрироваться. Это привело к развитию транспортной инфраструктуры нового типа - транспортно-логистическим и товаротранспортным комплексам, которые образовали объединенную систему взаимодействия, получило развитие более тесное сотрудничество логистических компаний с клиентами. В такой ситуации современному бизнесу требуются специалисты которые способны решать широкий спектр как организационно-управленческих так и сервисных задач в сфере транспортно-логистических услуг.

На наш взгляд, для наиболее полного удовлетворения потребностей экономики в транспортно-логистических услугах кадровая политика в данной сфере должна быть направлена на подготовку специалистов имеющих широкий круг профессиональных компетенций, позволяющих им решать такие задачи как:

- предоставление транспортно-логистических услуг в условиях взаимодействия с подрядчиками, поставщиками и клиентами;
- обеспечение качества транспортно-логистического сервиса в цепях поставок;
- осуществление организационно-технического обеспечения работ, планирование и мониторинга деятельности по управлению транспортно-логистическим сервисом в организациях;
- организация комплекса работ по осуществлению транспортно-логистического сервиса и обеспечения транспортно-логистических бизнес-процессов в цепях поставок.

Список использованных источников

1. Распоряжением Правительства Российской Федерации от 22 ноября 2008 года № 1734-р об утверждении Транспортной стратегии Российской Федерации на период до 2030 года.
2. Закон Тамбовской области «О Стратегии социально-экономического развития Тамбовской области до 2035 г.
3. Загородникова Т.Е., Савельева Н.Д., Мещерякова Е.Г. Тамбовская область в цифрах. 2020: Краткий статистический сборник/Тамбовстат – Т17 Т., 2020 – 69 С.

ОСОБЕННОСТИ ЭКОНОМИЧЕСКОГО ПОВЕДЕНИЯ СЕЛЬСКИХ СЕМЕЙНЫХ ХОЗЯЙСТВ**Сазонов С.Н.,**

*ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт
использования техники и нефтепродуктов в сельском хозяйстве», доктор технических наук,
профессор
E-mail: snsazon@mail.ru*

Получить однозначный ответ на вопрос о перспективах развития семейных хозяйств сельских жителей, используя только общепринятые методы экономического анализа, просто невозможно. Проблема выходит за рамки простого сравнения экономических показателей деятельности семейных хозяйств и крупных сельскохозяйственных предприятий. Было бы крайне привлекательным, если бы в отношении семейных хозяйств можно было ограничиться использованием методического аппарата, подразумевающего использование чисто экономических рыночных категорий, основанных на устоявшихся представлениях о рентабельности производства, прибыли, производительности труда и т. п.

Однако несостоятельность использования такого методического подхода в отношении хозяйств сельских жителей вполне очевидна. Например, как объяснить с позиций только экономической эффективности тот факт, что все попытки в советском прошлом насильственного ограничения развития хозяйств сельских жителей, даже в условиях искусственно созданных образцовых агрогородков, оказались тщетными. Например, как объяснить, что несмотря на то, что в поздний советский период - когда в расчете на 1 чел.-час затраченного труда в хозяйствах сельских жителей доход был на 25% ниже, чем в общественном производстве [1], а затраты труда на единицу продукции в 5-8 раз выше - хозяйства сельских жителей стабильно, на протяжении 1971-1990 гг. ежегодно производили растениеводческую продукцию на сумму 17,64-17,8 млрд. руб. [2]. Попытки объяснить этот факт тем, что крестьяне за счет личного хозяйства только восполняли недостаток денежных и материальных средств [3], получаемых за работу в общественном производстве, верны лишь отчасти. Например, статистикой отмечалась скорее обратная тенденция: чем больше среднедушевой месячный доход, тем меньше семей, не имеющих скота и птицы [4]. Так, среди семей колхозников, имевших среднедушевой доход в месяц до 50 руб., не имели скота и птицы 14,5%, а среди семей со среднедушевым доходом 200,1 руб. и выше таких было лишь 4,2%.

Не случайно в современной науке существуют три подхода к крестьянству как социально-экономическому явлению [5]. В рамках первого подхода крестьянство определяется историческим прошлым и отрицается его специфика. Второй подход состоит в том, что крестьянство может быть раскрыто в рамках общей экономической теории. Третий подход трактует крестьянское хозяйство как социально-экономический феномен, требующий адекватной теории.

Мы являемся принципиальными сторонниками третьего, по данной классификации, подхода [6-8]. В нашем понимании, основанном на методологической базе, разработанной А. В. Чаяновым [9, с.194-442], разумное объяснение может быть получено только в том случае, если исходить из понимания хозяйств сельских жителей, как непредпринимательского натурально-потребительского сектора аграрной экономики. Для таких структур традиционный экономический анализ хотя и имеет значение, но определяющей роли не играет. В подобных структурах определяющую роль играют натуральные свойства производимых продуктов, исключаящие их взаимозаменяемость. Например, как бы с экономической стороны не было выгодно производство редиса, но он по потребительским свойствам не может заменить картофель. Соответственно, как бы не было трудоемко и экономически убыточно заниматься выращиванием картофеля, он будет выращиваться в хозяйствах сельских жителей, несмотря ни на что.

Иными словами, для хозяйств сельских жителей потребительно-натуральные приоритеты более важны, нежели абстрактно-экономические. Указанная особенность их деятельности, отмеченная А. В. Чаяновым, основывается прежде всего на том, что в условиях натурально-хозяйственной структуры требования системы спроса каждой отдельной производственной единицы, являющейся одновременно и единицей потребляющей, определяют хозяйственную деятельность хозяйств сельских жителей. Исходя из этого, по определению, нельзя даже ставить вопрос о сравнительной рентабельности различных затрат материальных, денежных и трудовых ресурсов.

Естественно, изложенное является достаточно схематичной конструкцией, но в то же время вполне логично позволяет предложить, опираясь на разработки Т. Шанина [10], следующее определение. Хозяйство сельских жителей - это хозяйство мелких сельскохозяйственных производителей, которые, используя простой инвентарь и труд членов своих семей, работают - прямо или косвенно - на удовлетворение своих собственных потребительских нужд и выполнение обязательств по отношению к обладателям политической и экономической власти.

Соответственно, по сути этим определением Т. Шанина мы отвергаем определяющее влияние на тенденции развития хозяйств сельских жителей важнейшей экономической категории, каковой является категория «цена». С практической точки зрения это положение означает следующее. Пока не будут удовлетворены многогранные внутренние потребности крестьянской семьи в натуральных продуктах, необходимых ей для обеспечения сложившихся потребностей, она несмотря на любые цены, какими бы высокими они не были, производить товарную продукцию не будет.

Исходя из этих же положений, очевидно, что в этой же системе отсутствует и экономическое понятие «заработная плата». Предложенная система предопределяет, что в хозяйстве сельских жителей происходит следующее. В результате использования труда собственной семьи крестьянин получает определенное количество продукции. Часть ее уходит на внутреннее потребление, что может рассматриваться как компенсация затрат, необходимых для обеспечения функционирования хозяйства. Другая часть используется для реализации. В итоге получим прирост стоимости (после реализации на рынке) натуральной продукции, произведенной семьей в течение года путем затрат собственного труда, или, по А. В. Чаянову [9, с.194-442], трудового дохода. А вот величина трудового дохода напрямую связана с ценой реализации произведенной продукции и его количеством.

Тем не менее, мы полагаем, что максимизация именно величины трудового дохода не является главной целью хозяйств сельских жителей. Его наличие вообще или его величина – это результат больше случайного стечения обстоятельств, порождаемых, например, полученным очень высоким урожаем в силу сложившихся крайне благоприятных погодных условий, непредусмотренным снижением фактических потребностей семьи, случайно сложившимися высокими ценами на ту или иную сельскохозяйственную продукцию, произведенную в хозяйстве.

Иными словами, большой трудовой доход в хозяйстве сельских жителей – величина случайная, определяемая стихийным стечением обстоятельств, как правило, заранее только предполагаемая, но не планируемая и не являющаяся самоцелью его деятельности. В первую очередь трудовой доход в хозяйстве сельских жителей будет предопределяться не осознанным производством наиболее выгодной культуры, а скорее сложившейся ситуацией, позволившей получить определенное количество избыточного продукта. Следовательно, если мы хотим получить с семейных подворий больше, например, свинины, то, создав только благоприятные условия по обеспечению подворий молодняком и кормами, достичь этого невозможно. В равной мере успех может зависеть и от наличия или отсутствия некоего фактора, лежащего как угодно далеко от проблем свиноводства, но лимитирующего трудозатраты крестьянской семьи. Например, отсутствие эффективных средств борьбы с колорадским жуком может оказать решающее влияние на сброс поголовья животных. Изложенное выше ни в коей мере не отрицает, а, напротив, подчеркивает необходимость и целесообразность приложения усилий, направленных на снижение трудоемкости, если исходить из рассмотренного примера, производства свинины.

Таким образом, даже эти небольшие примеры указывают на то, что хозяйства сельских жителей являются очень специфической системой хозяйствования. В них, в отличие от предпринимательских систем, главным критерием деятельности выступает не ценовое регулирование процесса производства и реализации продукции, а возможность эффективного использования трудового потенциала крестьянской семьи. Причем при оценке эффективности использования трудового потенциала крестьянской семьи следует исходить из положения о том, что он должен покрывать все потребности хозяйства, не считаясь с их бухгалтерски или экономически вычисленной эффективностью.

Как известно, фермеры и крестьяне являются подкатегориями общего типа семейных экономических форм современности [10]. Поэтому в определенной степени изложенное выше справедливо и в отношении современных отечественных крестьянских (фермерских) хозяйств. Однако проводить полную идентификацию хозяйств сельских жителей и крестьянских (фермерских) хозяйств нельзя, потому что, как отмечается в многочисленных исследованиях [11-14], отечественные крестьянские (фермерские) хозяйства в настоящее время представлены двумя типами: трудовыми крестьянскими хозяйствами и предпринимательскими фермерскими.

По нашему мнению, трудовые крестьянские хозяйства – это, как правило, семейные хозяйства сельских жителей. В отличие от хозяйств сельских жителей, о которых речь шла выше, цель деятельности трудового крестьянского хозяйства заключается не только в получении дополнительных, прежде всего, продуктов питания, а в получении максимального трудового дохода крестьянской семьи, который

представляет собой разность между суммами денежных поступлений от всех видов деятельности крестьянской семьи и непосредственных материальных затрат, связанных с деятельностью крестьянского хозяйства. Основой деятельности крестьянского хозяйства является прежде всего максимально эффективное, с точки зрения крестьянской семьи, использование ее трудового потенциала и получение в результате затраченных усилий необходимой денежной выручки. Главной мотивационной характеристикой подобного рода хозяйств, как указывал А.В.Чаянов, является не мотивация предпринимателя, «получающего в результате вложения своего капитала разницу между валовым доходом и издержками производства, а скорее как мотивацию рабочего, работающего на своеобразной сдельщине, позволяющей ему самому определять время и напряжение своего труда» [9, с.194-442].

Фермерское хозяйство – это самостоятельно хозяйствующий субъект предпринимательского типа, использующий, прежде всего, наемный труд, в том числе и членов своей семьи, созданный гражданином с целью товарного производства сельскохозяйственной продукции и получения за счет этого предпринимательского дифференцированного дохода, который включает в себя капитал, земельную ренту, прибавочную стоимость от использования наемного труда, рабочий доход самого хозяина (зарплата), а также прибыль от ведения сельскохозяйственного производства. В этом случае прибыль исчисляется как разность между валовой выручкой от реализации произведенной продукции и себестоимостью ее производства.

Следовательно, между трудовым крестьянским и предпринимательским фермерским хозяйствами имеются принципиальные различия, которые заключаются в следующем. Во-первых, крестьянское хозяйство – трудовое семейное; фермерское – чисто предпринимательское, созданное конкретным гражданином. Во-вторых, трудовое крестьянское хозяйство прежде всего трудопотребительное; фермерское – сугубо товарное. В-третьих, мотивация труда в трудовом крестьянском хозяйстве заключается, прежде всего, в возможности самим его членам определять время и напряжение своего труда, а в фермерском – получение максимального дохода. В-четвертых, при выборе направлений деятельности в трудовом крестьянском хозяйстве преувеличивает стремление получить максимальную денежную выручку, а в фермерском – максимальный дифференцированный предпринимательский доход. В-пятых, трудовое крестьянское хозяйство практически не использует наемный труд, фермерское основано, прежде всего, на использовании наемного труда. В-шестых, определяющим фактором при создании трудового крестьянского хозяйства является трудовой потенциал крестьянской семьи, а в фермерском хозяйстве – величина имеющегося или привлеченного капитала.

Важно отметить, что подобного рода дифференциация имеет место и в зарубежных фермерских хозяйствах. Например, в монографии, подготовленной под редакцией Чернякова Б. А., акцентируется внимание на том, что американское фермерство – это очень широкое понятие, объединяющее и классическую семейную ферму, на которой «работающая и многочисленная семья день и ночь трудится» и крупные, специализированные, современные сельскохозяйственные предприятия. «Специалисты знают, что первые практически не участвуют в товарном производстве, а лишь поддерживают своей многочисленностью образ (имидж) фермерства, вторые создают и постоянно приумножают производство сельскохозяйственных продуктов» [15].

Мы разделяем хорошо известную точку зрения, всесторонне обоснованную в классических работах В.И. Ленина [16], А.В.Чаянова [9, с.144-159], Н.П. Макарова [17,18], Н.Д. Кондратьева [19], о том, что под влиянием рыночных отношений идет социально-экономическая дифференциация крестьянских хозяйств. Как отмечал А.В.Чаянов, «наибольшее внимание должен обращать на себя первый тип установленной нами дифференциации – прямая перестройка трудовых семейных хозяйств, строящихся в бытовых формах трудопотребительского баланса, в формы фермерского хозяйства, построенного с применением наемного труда и в целях усвоения прибавочной стоимости. Именно этот тип развития дифференциации представляет собой центр проблемы» [9, с.144-159].

Вместе с тем, было бы очень большим упрощением проблемы полагать, что этот процесс дифференциации – давно пройденный этап в развитии фермерского движения, и дело не только в фермерских хозяйствах США, как мы отмечали выше. Как свидетельствуют современные ученые, наряду с крупными фермерскими хозяйствами «в индустриально развитых странах (за исключением, пожалуй, Великобритании) еще сохраняются довольно широкий массив крестьянских (фермерских) хозяйств» и даже остатки еще более архаичных форм крестьянского хозяйства (парцеллы, издольщина, испольщина колонат, кропперство и др.). С методологических позиций их объединяет, прежде всего, частная собственность на средства производства, но при этом они существенно различны между собой по уровню концентрации производства и товарности, характеру частной собственности, степени применения наемного труда, размерам и формам присвоения прибавочного продукта, масштабам накопления, связи с рынком и т.п. (табл.1) [11].

Классификация фермерских хозяйств

Мелкотоварное крестьянское (фермерское) хозяйство	Товарно-капиталистическое фермерское хозяйство
ОБЩИЕ ЧЕРТЫ	
1. Частная собственность на средства производства	
2. Общественное разделение труда и экономическое обособление частных производителей	
3. Удовлетворение общественных потребностей посредством обмена товаров на рынке	
РАЗЛИЧИЯ	
1. Непосредственное соединение производителя материальных благ со средствами производства	1. Соединение работников со средствами производства опосредуется для работника продажей его рабочей силы
2. Производство базируется в основном на личном труде товаропроизводителя	2. Производство базируется на применении наемного труда
3. Продукт труда принадлежит товаропроизводителю	3. Значительную часть продукта труда наемных рабочих присваивает предприниматель
4. Производство и обмен товаров осуществляются в целях удовлетворения потребностей производителей	4. Производство и обмен товаров осуществляются в целях получения прибыли

Мы полагаем, что подобного рода процессы дифференциации крестьянских (фермерских) хозяйств имеют объективную основу. В частности, как отмечает Т.Шанин [10], в современном мире «фермеризация» имеет место, когда семейное хозяйство продолжает действовать в качестве основной единицы сельскохозяйственного производства, но при этом неизбежно изменяется характер такого семейного хозяйства. «Такая эволюция «от крестьянина к фермеру» сопряжена с новой технологией и крупными вложениями, привязывающими семейного фермера через кредиты, снабжение и сбыт, часто организуемые агробизнесом, к капиталистической экономике».

При этом неизбежно происходит социально-экономическая дифференциация семейных хозяйств, выражающаяся в нарастающей поляризации «сельского богатства» и средств производства. В результате часть крестьян превращается в крупных фермеров, в то время «как бедные превращаются в батраков, покидают деревню или вымирают». Не трудно заметить, что описанная современным английским профессором схема, в принципе, идентична той, что была изложена более ста лет назад В. И. Лениным в его классической работе «Развитие капитализма в России» [16].

Таким образом, проведенный анализ со всей очевидностью показывает, что, действительно, семейные хозяйства занимают существенное место в аграрном производстве. Однако их преобладающая роль абсолютно не означает, что именно эта форма организации сельскохозяйственного производства является наиболее эффективной и прогрессивной. При этом, применительно к современным отечественным условиям, хозяйства сельских жителей не могут рассматриваться как стратегическое направление развития аграрного сектора страны. Их гипертрофированно большая роль в объемах производства немалой части важнейшей номенклатуры сельскохозяйственной продукции объясняется, прежде всего, обвальным сокращением производства аналогичной продукции в крупных сельскохозяйственных предприятиях. Однако хозяйства сельских жителей не смогли, да и не могут компенсировать снижение объемов производства, вызванных снижением объемов производства в крупных хозяйствах. Хозяйства сельских жителей, несомненно, сыграли очень большую роль в продовольственном обеспечении населения страны в кризисные годы, но созидательный потенциал их крайне ограничен и в настоящее время практически исчерпан. Исходя из их социальной сущности, совершенно безосновательны надежды на то, что значимая часть из них перерастет в крестьянские (фермерские) хозяйства.

Несомненно, более перспективной формой семейных хозяйств, в сравнении с семейными хозяйствами сельских жителей, являются крестьянские (фермерские) хозяйства. Однако, как свидетельствует и отечественный и мировой опыт, фермерские хозяйства объединяют в своей совокупности, в зависимости от исторических, организационных, экономических, социальных условий и традиций различных стран, очень широкий спектр различных по своей социально-экономической сущности хозяйств. Это и предпринимательские, товарно-капиталистические хозяйства, и трудовые, мелкотоварные хозяйства, и хозяйства еще более архаичных форм. Вместе с тем, как показали результаты нашего многолетнего мониторинга деятельности крестьянских (фермерских) хозяйств Тамбовской области, результаты их деятельности довольно скромны [20-28]. Во многом это объясняется единообразным подходом при оказании им государственной поддержки, при котором полностью игнорируются социально-экономические отличия, мотивационные характеристики каждого из указанных видов семейных хозяйств (хозяйства сельских жителей, трудовые крестьянские хозяйства, предпринимательские фермерские хозяйства).

Список использованных источников

1. Бондаренко, Л.В. Личное подсобное хозяйство: занятость, доходы, перспективы развития / Л.В. Бондаренко // Никоновские чтения. – 1997. - №2. - С. 105-108
2. Где искать выход из кризиса? // АПК: экономика, управление. – 1992.– №1, с.13
3. Безаев, И. Устойчивость мелкого сельскохозяйственного производства / И. Безаев // АПК: экономика, управление, -1998. - №4. - С.53-54
4. Распределение семей колхозников в СССР по наличию скота и птицы в личной собственности // АПК: экономика, управление. –1991. – №10. – С.26
5. Шанин, Т. Перспективы исследования крестьянства и проблемы восприятия параллельности общественных форм / Т.Шанин // Крестьяноведение. Теория. История. Современность - М.: Аспект Пресс, 1996. – С.8-25
6. Сазонов, С.Н. Фермерское движение в России / С.Н.Сазонов -М.: РАСХН, 1995
7. Сазонова, Д.Д. О непротиворечивости в определении социально-экономической сущности крестьянских хозяйств различными научными школами / Д.Д. Сазонова, С.Н. Сазонов, И.Е. Шпагина и др. // Вестник Тамбовского университета. Сер. Гуманитарные науки. Вып.3 (19) — 2000. – С.55-62
8. Сазонов, С.Н. Фермерское движение и политические приоритеты государства / С.Н.Сазонов// Аграрная наука.-1995. - № 6. – С.16-18
9. Чайнов, А.В Крестьянское хозяйство / А.В. Чайнов - М.: Экономика, 1989. –С.114-143
10. Шанин, Т. Понятие крестьянства / Т. Шанин // Великий незнакомец - М.: Прогресс, 1992. – С.8-20
11. Ильин, С.С. Крестьянское (фермерское) хозяйство и рынок / С.С. Ильин, А.М. Бабаков– М., 1995, - 280с.
12. Терновых, К.С. Организационно-экономический механизм развития предпринимательства в аграрной сфере / К.С. Терновых – Воронеж, 1996, с.32-33
13. Гриценко, Г.М. Повышение эффективности формирования и развития крестьянских (фермерских) хозяйств (на материалах Алтайского края): Автореф. дис... канд. экон. наук / СибНИИ-ЭСХ. – Новосибирск, 1993, с.11
14. Прауст, Р.Э. Развитие различных форм хозяйствования в аграрном секторе / Р.Э. Прауст: Научн. тр. ВИАПИ, вып. 2. – М.: М.: Энциклопедия российских деревень, 1998. – С.117.
15. Аграрный сектор США в конце XX – го века / Под. Ред. Чернякова Б.А. – М.: РИЦ «ПИЛИГРИМ», 1997, с.11
16. Ленин, В.И. Полное собрание сочинений. –5-е изд. – т.3. – М.: Политиздат. – 791с.
17. Макаров, Н. Крестьянское хозяйство и его эволюция. / Н. Макаров. – Том. 1-й. – М., 1920
18. Доклад Н.П. Макарова // Труды комиссий по подготовке земельной реформы. Вып. 3. О крупно-крестьянских хозяйствах - Птгр, 1917. – С.26- 40
19. Доклад Н.Д.Кондратьева // Труды комиссий по подготовке земельной реформы. Вып. 3. О крупно-крестьянских хозяйствах - Птгр, 1917. – С.4-26
20. Сазонова, Д.Д., Сазонов С.Н. Итоги деятельности фермерских хозяйств Тамбовской области//Наука в центральной России. -2016. -№5. -С.44-54.
21. Сазонов, С.Н. Анализ производственной функции, отражающей эффективность использования ресурсов в фермерских хозяйствах/ С.Н.Сазонов, Д.Д.Сазонова //Наука в центральной России. -2017. -№ 4 (28). -С. 81-88
22. Сазонова, Д.Д. Оценка технической эффективности использования производственных ресурсов в фермерских хозяйствах/ Д.Д.Сазонова, С.Н.Сазонов//Экономика: вчера, сегодня, завтра. - 2012. -№3-4. -С.108-128
23. Сазонов, С.Н. Повышать доходы крестьянских хозяйств / С.Н.Сазонов, Д.Д.Сазонова, В.М.Земцова //Экономика сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий.- 1996. -№ 4. - С. 36-40
24. Сазонова, Д.Д. Земельные ресурсы фермерских хозяйств и их использование /Д.Д.Сазонова, С.Н.Сазонов // Наука в центральной России. -2017. -№ 3 (27). -С. 95-101.
25. Сазонов, С.Н. Структура и динамика затрат в фермерских хозяйствах / С.Н.Сазонов // Экономика: вчера, сегодня, завтра. - 2018. -Т. 8. - № 8А. -С. 112-120.
26. Сазонова, Д.Д. Экономические показатели деятельности крестьянских (фермерских) хозяйств / Д.Д.Сазонова // Экономика сельского хозяйства России. – 1999. – №10. - С.6
27. Никитин, А.В. Учет, налогообложение и страховые взносы в фермерских хозяйствах – Мичуринск, 2018. – 64с.
28. Сазонов, С.Н. Оснащенность фермерских хозяйств/С.Н.Сазонов, Д.Д.Сазонова, О.Н.Попова // Наука в центральной России. -2013. -№5. -С.4-11

**ПРОБЛЕМЫ ОРГАНИЗАЦИИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ СУДОВ ОБЩЕЙ
ЮРИСДИКЦИИ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ПРАВОСУДИЯ ПО УГОЛОВНЫМ ДЕЛАМ**

Куницын И.С.

*ФГБОУ «Тамбовский государственный технический университет», магистрант кафедры
«Гражданское право и процесс»
e-mail:ivan-189@mail.ru*

Отмечу, что перечисленные ниже проблемы не являются однородными. Упорядочить их в стройную систему сложно, поскольку одни проблемы являются разновидностью или следствием других. Кроме того, некоторые проблемы касаются только уголовного, а третьи – всего сразу. Наконец, одни проблемы – сушая мелочь, на фоне других.

Совершенствование судебной власти в Российской Федерации является наиважнейшей задачей для всего государства. Развитие гражданского общества, экономическое процветание, не возможны без эффективной работы третьей власти.

И так, перечислим несколько вопросов, которые на слуху у рядового обывателя:

- зависимость судей от исполнительной власти и обвинительный уклон;
- неравенство подсудимых;
- деградация процесса обжалования судебных решений;
- деградация суда присяжных.

В этом ряду проблем, считаю важнейшим развитие суда присяжных, что в свою очередь потянет нивелирование других острых вопросов.

Суд должен быть отделён от других ветвей власти. Но этого недостаточно. Ведь в любой развитой стране обвинение в суде часто представляет одни и те же районный прокуроры, судья подвержен обычным человеческим слабостям: он может быть невнимательным или иметь предубеждение против конкретного подсудимого.

Чтобы преодолеть эти минусы, был создан замечательный правовой институт – суд присяжных. Суть его в том, что на территории работы суда по жребию выбирают двенадцать обычных граждан, которые должны прийти в суд, выслушать всех участников и решить, кто прав, а кто виноват.

Зачатки этого правового института появились ещё в Древних Афинах, но в современном виде он возник в Англии, после чего распространился по всему миру. В большинстве стран присяжные разбирают лишь уголовные дела, хотя в США они участвуют и в гражданском судопроизводстве, что считаю в корне не верным.

Присяжные не выносят решения целиком. В России, в частности, они лишь высказывают мнение по вопросам (ст. 339 УПК РФ): а) преступление действительно произошло; б) оно совершено подсудимым; в) подсудимый виновен в этом преступлении; г) есть ли основания для снисхождения. Если присяжные отвечают «да» на первые три вопроса, то судья признаёт человека виновным и назначает наказание. Так, присяжные решают не юридическую, а фактическую сторону дела. Специальных юридических знаний для этого не нужно, лишь немного совести и здравого смысла.

Перечислю основные преимущества суда присяжных:

Во-первых, люди общественности никак не зависят от следователей, прокуроров и судейского начальства. Решение по делу не повлияет на их карьеру, поэтому они могут оценивать аргументы обвинения наравне с аргументами защиты. Здесь состязание между сторонами проявляется в чистом виде – берутся двенадцать совершенно посторонних и никак не заинтересованных в исходе дела людей, которые разрешают спор. И если присяжные видят, что преступления не было или что совершил его не подсудимый или что деяние не представляет опасности – во всех этих случаях они, в отличии от судьи, могут спокойно оправдать человека. Так, присяжные ломают устоявшийся обвинительный уклон российского правосудия и оправдывают подсудимого в 10-20% случаев (а обычный суд, напомню, менее чем в 1% случаев).

Во-вторых, само увеличение числа судей повышает и шансы на всестороннее рассмотрение дела. А в суде происходит де-факто ещё одно расследование: взвешиваются доказательства и оцениваются показания свидетелей. И если один человек может пропустить какие-то детали и противоречия в показаниях, то у двенадцати людей шансов на это меньше.

Ульям Бернам в книге «Правовая система США» описывает эксперименты, которые показывают преимущества коллективного интеллекта. Даже группа людей со средними способностями значительно лучше справляется с анализом жизненных ситуаций, нежели умный одиночка. «Индивидуальные хорошие аналитики были введены в заблуждение своими эмоциональными реакциями, – пишет Уильям Бернам. – Члены групп плохих аналитиков также первоначально были введены в заблуждение, но каждый из них по-своему. В результате они смогли исправить все при групповом обсуждении. Те, кто пошёл в одном ложном направлении, были исправлены или сбалансированы теми, у кого была иная реакция на задание». Именно это и происходит в суде присяжных.

В-третьих, суд присяжных смягчает абсурдность и противоречивость законодательства. Парламент может принять глупый закон, но прежде чем посадить по нему человека, нужно убедить в необходимости этого ещё двенадцать граждан. Это позволит, невиновным людям перестать попадать в тюрьму, и значительно улучшит эффективность расходования бюджетных денег.

В России суд присяжных изначально появился после судебной реформы 1864 г. и просуществовал вплоть до печальных событий 1917 г. Далее он появился в 1990-х гг.: вначале – в нескольких регионах, а с 2010 г. – по всей России.

Формально суд присяжных у нас существует, но не влияет на осуществление правосудия, так как применяется всего по нескольким статьям Уголовного кодекса.

Закон предполагает следующий механизм работы присяжных. По большинству статей УК РФ судья в любом случае принимает решение один. И только по некоторым статьям подсудимый может попросить, чтобы его дело рассматривал суд присяжных. Почти половина случаев, в которых подсудимый может просить о суде присяжных, – это разные экзотические преступления (вроде геноцида), по которым судят в редких случаях. А из распространённых преступлений суд присяжных может применяться в следующих случаях:

ч. 2 ст. 105 УК РФ (убийство с разным отягчающими обстоятельствами, например, по мотивам расовой ненависти, или убийство двух и более человек и т. д.); ч. 5 ст. 228.1 УК РФ (производство, сбыт или пересылка наркотиков в особо крупных размерах); ч. 4 ст. 229.1 УК РФ (контрабанда наркотиков с отягчающими обстоятельствами); ч. 3 ст. 126 УК РФ (похищение человека с отягчающими обстоятельствами, например, совершенное организованной группой или повлекшее смерть потерпевшего);

ст. 209 (бандитизм, то есть создание устойчивой вооруженной группы в целях нападения на граждан или организации);

ст. 277, 295, 317 УК РФ (посягательство на жизнь государственного или общественного деятеля, судьи или следователя, сотрудника правоохранительного органа).

Большинство остальных преступлений – простое убийство, причинение тяжкого вреда здоровью, простое похищение, все виды половых преступлений, кража, грабёж, мошенничество, производство и сбыт наркотиков в любом размере, кроме крупного, и многие другие преступления – все они не могут быть рассмотрены судом присяжных.

Количество статей УК РФ, по которым вердикт могут выносить присяжные, за последние пятнадцать лет постоянно уменьшалось. В 2008 г. из компетенции этого суда убрали дела о массовых беспорядках, терактах, захвате заложника, государственной измене, шпионаже. В 2013 г. из областных судов в районные перевели ряд дел (изнасилование, взяточничество, похищение и др.), и по ним, соответственно, тоже невозможно привлечь суд присяжных.

В итоге суд присяжных в России фактически не существует. Так, в первом полугодии 2016 г. по всей стране суды вынесли решения по 488 262 уголовным делам (статистика Судебного департамента при ВС РФ). Из них судьи единолично вынесли 488 027 решений, коллегии из трёх судей – 116 решений, а суды присяжных – 119 решений. В итоге, присяжные приняли участие в рассмотрении 0,023% уголовных дел. Для справки – в США суды присяжных рассматривают более ста тысяч дел в год.

Нужно добавить и вернуть в УК РФ случаи, которые чаще рассматриваются в судах, это позволит увеличить доверие в обществе к институту власти и, что не менее важно, уменьшит психологическую нагрузку на судей и безусловно поможет гражданам рассчитывать на справедливое решение.

Список использованных источников

1. Бозров В.М. Проблема справедливости в правосудии по уголовным делам М.: Юрист, 2005. 336 с.
2. "Уголовный кодекс Российской Федерации" от 13.06.1996 N 63-ФЗ (ред. от 24.02.2021) 13 июня 1996 года N 63-ФЗ.
3. Конституция Российской Федерации (принята всенародным голосованием 12.12.1993) (с учетом поправок, внесенных Законами РФ о поправках к Конституции РФ от 30.12.2008 № 6 – ФКЗ, от 30.12.2008 № 7 – ФКЗ, от 05.02.2014 № 2 – ФКЗ, от 21.07.2014 № 11 – ФКЗ) // Собрание законодательства РФ. – 2014. – № 31. – Ст. 4398.

**ВНЕДРЕНИЕ СОВРЕМЕННЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ПРОЦЕСС
ПРЕПОДАВАНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ «ИНЖЕНЕРНАЯ ГЕОЛОГИЯ»****Струлев С.А.**

*ФГБОУ ВО "Тамбовский государственный технический университет", старший преподаватель
кафедры "Конструкции зданий и сооружений"
e-mail: wolk231184@mail.ru*

В современном мире информационные технологии играют все более важную роль и с каждым годом получают все большее распространение. Разрабатываются новые информационные средства и методы решения различных практических задач в различных отраслях деятельности. В этом смысле инженерная педагогика не остается в стороне. Постоянно разрабатываются новые методики организации и проведения учебных занятий с применением новых технических, программных и иных средств. В свете сложившейся в мире эпидемиологической обстановки, все большее распространение получает форма онлайн обучения. В связи с этим было принято решение о повышении степени вовлеченности современных информационных ресурсов в процесс преподавания некоторых инженерных дисциплин [1, 2, 3].

Суть данной работы заключается в разработке методики применения и подготовке информационного методического обеспечения для проведения лекционного занятия по дисциплине "Инженерная геология" на тему "Основы стратиграфии и шкала геологического времени" для студентов, обучающихся в ФГБОУ ВО "ТГТУ" по направлениям 08.03.01 Строительство, 05.03.06 Экология и природопользование, а также 21.03.01 Нефтегазовое дело. Основным отличием выбранного подхода является возможность его использования в формате "офлайн" и "онлайн" обучения без потери качества проведения занятий и усвоения обучающимися пройденного материала.

При подготовке методического обеспечения выполнена разработка презентации и онлайн-анкеты, которые используются при проведении занятия. Дополнительным аспектом работы является подбор специализированного геологического онлайн-ресурса, служащего для закрепления полученных в ходе лекции знаний и повышения индивидуальной мотивации обучающихся в области самообразования.

Инновационность представленной разработки заключается в глубоком внедрении современных информационных технологий в процесс преподавания "Инженерной геологии" студентам технических направлений подготовки. Так в процессе организации занятия применяются не только ставшие уже традиционными наглядные пособия в виде презентаций, но и используется Интернет, социальные сети и две современные онлайн платформы [4, 5].

С точки зрения образовательных технологий, использование в лекционном занятии интернета, социальных сетей и онлайн тестирования с привлечением персональных электронных приборов обучающихся (смартфонов и др.) повышает интерактивность проводимого занятия, позволяет получить обратную связь и скорректировать план на проведение оставшейся части занятия. Привлечение же специализированных геологических сайтов повышает наглядность занятия за счет демонстрации динамической модели Земли, изменяющейся в соответствии со шкалой геологического времени, что соответствует заявленной тематике работы. Возможность отследить положение отдельных точек на модели Земли, например родного города обучающегося, в различные геологические эпохи, дополнительно повышает вовлеченность и мотивацию студентов к обучению.

Основная ценность работы в сфере воспитания заключается в повышении вовлеченности обучающихся в образовательный процесс и роста мотивации студентов к самообразованию и саморазвитию, что способствует развитию их личностных качеств, расширению мировоззрения и занятию более активной гражданской позиции.

Повышению культуры представления информации способствует применение современных наглядных пособий, в том числе динамической 3D модели Земли изменяющейся в соответствии со шкалой геологического времени. Еще одним важным моментом является использования в одном занятии текстовой, графической, звуковой, символьной, видео и интерактивной (мультимедийной) информации. Вовлечение большого числа способов представления информации повышает общий уровень ее усвоения.

Эффективность применения ресурсного обеспечения достигается за счет использования на всем протяжении занятия персонального компьютера, проектора, выхода в сеть интернет для решения различных педагогических задач.

В первой части занятия используется сеть интернет и официальная группа в социальной сети той учебной группы, которая присутствует на занятии. С помощью этих средств организуется проведение краткого онлайн-анкетирования, результаты которого с помощью сайта Anketolog.ru выводятся на экран проектора для общего ознакомления. Основная цель анкетирования заключается в формировании у обучающихся оценочного суждения об изучаемом предмете и конкретно о пройденной теме, а также оценка их осведомленности и текущего уровня остаточных знаний в предметной области.

Во второй части занятия с помощью персонального компьютера и проектора демонстрируется наглядное пособие в виде презентации PowerPoint в качестве сопровождения к основному лекционному материалу. Данный этап направлен на усвоение нового материала по теме занятия.

В третьей части занятия с применением персонального компьютера, сети Интернет на экране проектора демонстрируются основные возможности специализированного геологического сайта Dinosaurpictures.org (смотри рисунок 1). Обучающиеся получают небольшое персональное задание, которое выполняют собственными техническими средствами (смартфон и др.) с привлечением интернета. Задание заключается в необходимости отследить положение некоторых заданных точек на планете Земля в различных геологических эпохах и изучить основные разновидности динозавров и других ископаемых животных, обнаруженных в непосредственной близости от выбранной точки. В процессе выполнения задания обучающийся повторяет наименования и последовательность геологических периодов, изучает их краткое описание, наблюдает за движением тектонических плит, закрепляя тем самым пройденный ранее материал.

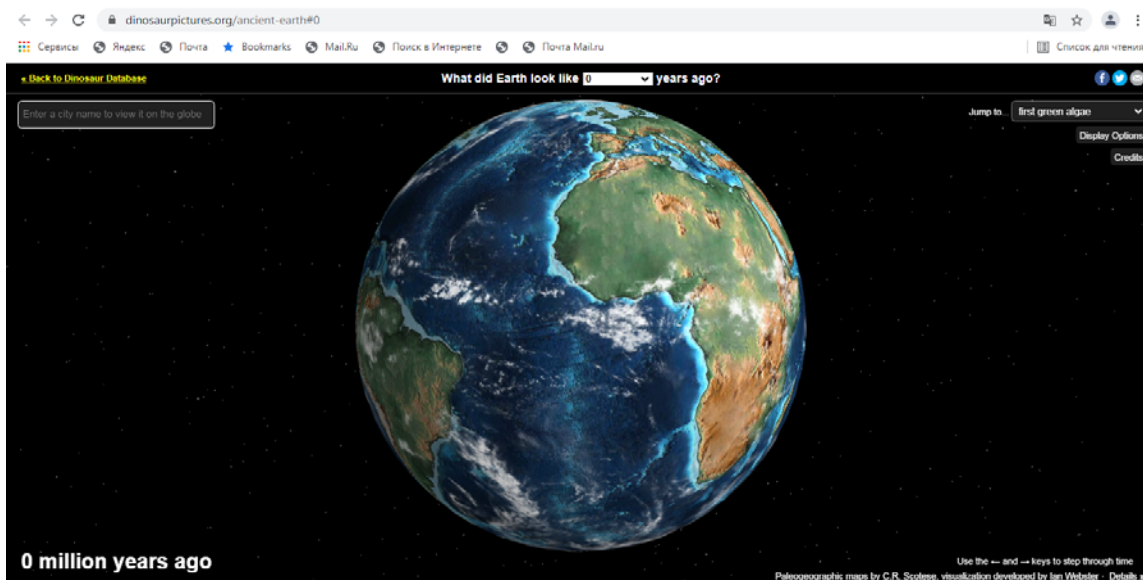


Рисунок 1 – Общий вид специализированного геологического онлайн-ресурса, применяемого при проведении занятия

В заключении, проводится повторное онлайн-тестирование, в рамках которого студентам предлагается повторно ответить на те же самые вопросы, что и в предыдущий раз. Организуется рефлексия полученного опыта и изменения представления об изучаемом предмете и конкретной теме.

Таким образом, все технические ресурсы задействованы на всем протяжении занятия, что повышает эффективность их использования и обеспечивает глубокое внедрение современных информационных технологий в процесс преподавания дисциплины "Инженерная геология" у студентов высших учебных заведений технической направленности. Использование на занятии персональных технических средств обучающихся, сети интернет и практических заданий, ориентированных на персональные интересы обучающегося, позволяют не только повысить интерактивность учебного процесса, но и добиться повышения степени вовлеченности и мотивированности обучающегося, в том числе сформировать у него запрос на дальнейшее самообразование в рамках заданной темы.

В целом применение данного подхода способствует повышению качества преподавания "Инженерной геологии" в университете.

Список использованных источников

1. Стеценко, И.Н. Использование форм и методов интерактивного обучения при подготовке будущих работников органа пробации / И.Н. Стеценко // Научный обзор. 2016. №7 (28). С. 55-70.
2. Каспаринский, Ф.О. Организация использования аудиовизуальных записей синхронных занятий в процессе дистанционного обучения /Ф.О. Каспаринский // Научный сервис в сети Интернет. 2019. №21. С. 384-399.
3. Трояновская, И.П. Информационные технологии при изучении курса теоретической механики / И.П. Трояновская // Информационные технологии. Проблемы решения: Материалы Международной научно-практической конференции. 2018. №1 (5). С. 28-34.
4. Ancient Earth globe // Dinosaurus.org: сайт. URL: <https://dinosaurpictures.org/ancient-earth#0> (дата обращения 11.04.2021).
5. Конструктор анкет // Anketolog.ru: сайт. URL: <https://anketolog.ru/> (дата обращения 11.04.2021).

Научное издание

**СОВРЕМЕННАЯ НАУКА:
ТЕОРИЯ, МЕТОДОЛОГИЯ, ПРАКТИКА**

**Материалы
III-ей Всероссийской (национальной) научно-практической конференции**

Тамбов, 13-14 апреля 2021г.

**Издательство ИП Чеснокова А.В.
392020, г. Тамбов, ул. О. Кошевого 14. Тел. (4752) 53-60-84.**

Формат 60x90/8. Бумага офсетная.
Печать электрографическая. Гарнитура Times.
Объем – 40,5 усл. печ. л. Тираж 150 экз.