

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
IV-ОЙ ВСЕРОССИЙСКОЙ (НАЦИОНАЛЬНОЙ)
НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ*



ТАМБОВ, 20-21 АПРЕЛЯ 2022 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
IV-ой Всероссийской (национальной) научно-практической конференции**

Тамбов, 20-21 апреля 2022г.

Тамбов 2022

УДК 001:08
ББК Ч2я43

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., Толстяков Р.Р., Орлова Е.Ю., Ведищев С.М., Ельчищева Т.Ф., Умнова О.В., Милованов А.В., Андрианов К.А., Доровских Д.В. (отв. за выпуск), Глазков Ю.Е. (отв. за выпуск).

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

Т - 173 Современная наука: теория, методология, практика: Материалы IV-й всероссийской (национальной) научно-практической конференции, 20-21 апреля 2022г. / ФГБОУ ВО "Тамбовский государственный технический университет". – Тамбов, Изд-во ИП Чеснокова А.В., 2022. – 336 с.

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

Материалы международной конференции могут быть полезны научным, инженерно-техническим работникам научно-исследовательских, проектных и производственных организаций, а также преподавателям, аспирантам и студентам вузов.

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

© Авторы статей, 2022
© ФГБОУ ВО "Тамбовский государственный технический университет", 2022
© Издательство ИП Чеснокова А.В., 2022

ISBN 978-5-6046669-9-9

СОДЕРЖАНИЕ

СЕКЦИЯ 1. АРХИТЕКТУРА	7
<i>Кузнецова Н.В., Самотойлов А.О.</i> РЕСТАВРАЦИЯ АРХИТЕКТУРНОЙ ИСТОРИЧЕСКОЙ СРЕДЫ ГОРОДА ТАМБОВА НА ОСНОВЕ АНАЛИЗА ТЕРРИТОРИИ КИНОТЕАТРА «РОДИНА» И БЫВШЕГО ЗДАНИЯ ВОЕНКОМАТА	7
<i>Морозова Л.В., Енин А.Е.</i> СПОСОБЫ ВЫЯВЛЕНИЯ СЛОЖНОСТРУКТУРНЫХ, АГЛОМЕРАЦИОННЫХ ОБРАЗОВАНИЙ.....	13
<i>Енин А.Е., Грошева Т. И.</i> ФУНКЦИОНАЛЬНО-ПРОСТРАНСТВЕННЫЕ ПРИЁМЫ И МЕТОДЫ РЕКОНСТРУКЦИИ ОТКРЫТЫХ ЛАНДШАФТНО-РЕКРЕАЦИОННЫХ ПРОСТРАНСТВ.....	15
<i>Кузнецова Н.В., Левина Е.В.</i> АРХИТЕКТУРА ЗДАНИЙ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ В ТАМБОВСКОЙ ГУБЕРНИИ.....	20
<i>Потапова А.А., Кожухина О.Н.</i> ОСОБЕННОСТИ РЕКОНСТРУКЦИИ ЗДАНИЙ ПАМЯТНИКОВ АРХИТЕКТУРНОГО И КУЛЬТУРНОГО НАСЛЕДИЯ Г. ТАМБОВА (НА ПРИМЕРЕ ЗДАНИЯ ГОСТИНИЦЫ “ТАМБОВ”).....	28
<i>Демин О.Б., Ситникова Т.О.</i> ПРИСПОСОБЛЕНИЕ ОБЪЕКТОВ КУЛЬТУРНОГО НАСЛЕДИЯ КАК ФАКТОР СОХРАНЕНИЯ ИСТОРИЧЕСКИХ ЦЕННОСТЕЙ.....	31
<i>Демин О.Б., Ситникова Т.О.</i> МЕТОДЫ ПРИСПОСОБЛЕНИЯ ОБЪЕКТА КУЛЬТУРНОГО НАСЛЕДИЯ ДЛЯ СОВРЕМЕННОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ.....	34
<i>Демин О.Б., Юрина Н.В.</i> ПРИСПОСОБЛЕНИЕ ОБЪЕКТОВ КУЛЬТУРНОГО НАСЛЕДИЯ ДЛЯ СОВРЕМЕННОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ. ОПЫТ, ПРИМЕРЫ, ПРОБЛЕМЫ.....	39
<i>Демин О.Б., Юрина Н.В.</i> ОСНОВНЫЕ ИНСТРУМЕНТЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ СОХРАННОСТИ ОБЪЕКТОВ КУЛЬТУРНОГО НАСЛЕДИЯ.....	42
<i>Амельяниц А.А., Земцова С.А.,</i> ТЕМА ВОИНСКОЙ СЛАВЫ В МОНУМЕНТАЛЬНОМ ТВОРЧЕСТВЕ АРХИТЕКТОРА А.С. КУЛИКОВА.....	44
<i>Куликов А.С., Доценко Д.Г.,</i> АРХИТЕКТУРНАЯ СРЕДА ПЛОЩАДИ ТЯНЬАНЬМЭНЬ В ПЕКИНЕ.....	53
<i>Леденева Г.Л.,</i> СОУЧАСТИЕ КАК ИНСТРУМЕНТ РАЗВИТИЯ ТЕРРИТОРИЙ (ИЗ ОПЫТА РАЗРАБОТКИ ПРОЕКТА АРТ-ПАРКА «ИРСКАЯ КОММУНА»).....	60
<i>Ельчищева Т.Ф., Парамонова Л.А.,</i> ПРИСПОСОБЛЕНИЕ ПАМЯТНИКОВ АРХИТЕКТУРЫ XVII – НАЧАЛА XX ВЕКА В ГОРОДЕ ТАМБОВЕ К СОВРЕМЕННОМУ ИСПОЛЬЗОВАНИЮ.....	62
СЕКЦИЯ 2. ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ	67
<i>Ярцев В.П., Данилов В.М., Крюкова А.А.,</i> ВЛИЯНИЕ СЕРНОЙ КИСЛОТЫ НА ПРОЧНОСТНЫЕ СВОЙСТВА ДРЕВЕСНО- НАПОЛНЕННОГО ПОЛИМЕРНОГО КОМПОЗИТА.....	67
<i>Шведова М.А., Артамонова О.В.,</i> ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ СТРУКТУРООБРАЗОВАНИЯ И НАБОРА ПРОЧНОСТИ ЦЕМЕНТНЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ МОДИФИЦИРОВАННЫХ МНОГОКОМПОНЕНТНОЙ ПОЛИФУНКЦИОНАЛЬНОЙ ДОБАВКОЙ.....	70
<i>Карпов Э.Н., Крюков А.В., Зеленин Г.В.,</i> ЭФФЕКТИВНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ТЕХНИЧЕСКОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ МНОГОКВАРТИРНЫХ ЖИЛЫХ ЗДАНИЙ КАК ФАКТОР ПОВЫШЕНИЯ ДОСТУПНОСТИ ЖИЛЬЯ.....	74
<i>Румянцева В.Е., Коновалова В.С., Нармания Б.Е., Осыко А.В.,</i> ИЗМЕНЕНИЕ СКОРОСТИ МАССООБМЕННЫХ ПРОЦЕССОВ В БЕТОНЕ ПРИ ЖИДКОСТНОЙ КОРРОЗИИ.....	79
<i>Киселёва О.А., Малышков А.Р.,</i> ПРОЧНОСТЬ ТРЕХСЛОЙНЫХ ПАНЕЛЕЙ ИЗ ОСП И ПЕНОПОЛИСТИРОЛА.....	84

<i>Антонов А.И., Гусев В.П., Жоголева О.А., Леденев В.И.,</i> ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ВЛИЯНИЯ ПАРАМЕТРОВ МНОГОСЛОЙНЫХ ОБЛИЦОВОК НА ЗВУКОИЗОЛЯЦИЮ ГАЗОВОЗДУШНЫХ КАНАЛОВ.....	86
<i>Антонов А.И., Жоголева О.А., Леденев В.И., Пороженко М.А.,</i> КОМБИНИРОВАННЫЙ МЕТОД РАСЧЁТА ИМПУЛЬСНОГО ШУМА В ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ЗДАНИЯХ С ПОМЕЩЕНИЯМИ ПРАВИЛЬНОЙ ГЕОМЕТРИЧЕСКОЙ ФОРМЫ.....	90
<i>Аль-Бухейти Али Яхья Нассер, Леденев В.В.,</i> МОДЕЛИРОВАНИЕ ВЗАИМНОГО ВЛИЯНИЯ БЛИЗКО РАСПОЛОЖЕННЫХ ФУНДАМЕНТОВ, ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ В ПРОГРАММЕ (PLAXIS).....	95
<i>Горохов Т.И., Филимошкина К.В., Ерофеев А.В.,</i> ПОДБОР ОПТИМАЛЬНОГО СОСТАВА КОМПОЗИТА МЕТОДОМ МАТЕМАТИЧЕСКОГО ПЛАНИРОВАНИЯ ЭКСПЕРИМЕНТА С ПРОЧНОСТНЫХ ПОЗИЦИЙ.....	100
<i>Бакушев С.В.,</i> АЛГОРИТМ РАСЧЁТА НАПРЯЖЁННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ СПЛОШНОЙ СРЕДЫ, НАХОДЯЩЕЙСЯ В УСЛОВИЯХ ПЛОСКОЙ ДЕФОРМАЦИИ В ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ КООРДИНАТАХ, ПРИ БИЛИНЕЙНОЙ АППРОКСИМАЦИИ ЗАМЫКАЮЩИХ УРАВНЕНИЙ.....	103
<i>Ярцев В.П., Кузнецов В.А., Ивашкина Е.Д.,</i> ОСОБЕННОСТИ РАСЧЕТА СНЕГОВОЙ НАГРУЗКИ ДВУХЭТАЖНОГО КАРКАСНО- ПАНЕЛЬНОГО ЗДАНИЯ.....	111
<i>Андрианов К.А., Крюков А.В., Леденев В.И.,</i> ОРГАНИЗАЦИЯ ОБСЛЕДОВАНИЯ И ПРОВЕДЕНИЯ РЕМОНТНО-СТРОИТЕЛЬНЫХ РАБОТ – ОСНОВА СОХРАНЕНИЯ ОБЪЕКТОВ КУЛЬТУРНОГО НАСЛЕДИЯ В ИСТОРИЧЕСКОЙ ЗАСТРОЙКЕ ТАМБОВА.....	113
<i>Сергеев А.Н., Матвеева И.В., Андрианов К.А.,</i> ПАССИВНЫЕ МЕТОДЫ ЗАЩИТЫ ОТ ШУМА НА ТЕРРИТОРИИ ГОРОДСКОЙ ЗАСТРОЙКИ.....	116
<i>Путинцева А.А., Баженов С.В., Антонов А.И.,</i> ИНЖЕНЕРНАЯ МЕТОДИКА РАСЧЕТА ТРАНСПОРТНОГО ШУМА В МАЛОЭТАЖНОЙ ЗАСТРОЙКЕ С УЧЕТОМ ЗАБОРОВ КАК АКУСТИЧЕСКИХ ЭКРАНОВ.....	120
<i>Баженова С.И., Путинцева А.А., Антонов А.И.,</i> СОЛНЕЧНАЯ РАДИАЦИЯ И ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ ЗДАНИЙ.....	125
<i>Беляев Д.С., Зарапина Д.А., Соломатин Е.О.,</i> СОЗДАНИЕ ИНЖЕНЕРНОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ МОДЕЛИ УЧАСТКА АВТОМОБИЛЬНОЙ ДОРОГИ.....	130
<i>Мосин П.Е., Макаров А.М.,</i> ОЦЕНКА ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ МОСТА «КРИВОЙ МОСТ» ЧЕРЕЗ РЕКУ ЦНУ В ГОРОДЕ ТАМБОВЕ.....	135
<i>Худяков А.В., Кручинина О.В.,</i> НЕКОТОРЫЕ ПРИЧИНЫ АВАРИЙ И РАЗРУШЕНИЙ ЗДАНИЙ.....	139
<i>Худяков А.В., Тафинцева О.Ю., Кручинина О.В.,</i> КОНСТРУКТИВНЫЕ МЕРОПРИЯТИЯ ПО ЗАЩИТЕ НЕКОТОРЫХ ТИПОВ СООРУЖЕНИЙ ОТ ПРОГРЕССИРУЮЩЕГО ОБРУШЕНИЯ.....	143
<i>Абанкин А.А., Макая Лионель Мавунгу, Зубков А.Ф.,</i> ВЛИЯНИЕ ПАРАМЕТРОВ УПЛОТНЯЕМОГО СЛОЯ ИЗ АСФАЛЬТОГРАНУЛЯТА НА ЕГО ПРОЧНОСТНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ.....	146
<i>Проскуракова О.В., Букатин И.А., Макаров А.М.,</i> ОЦЕНКА ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ДОХОДНОЙ НЕДВИЖИМОСТИ В ИНВЕСТИЦИОННОМ ПРОЕКТИРОВАНИИ ОБЪЕКТОВ РЕКОНСТРУКЦИИ.....	149
<i>Абрамов М.С., Галкин П.А.,</i> ХРАНЕНИЕ И ТРАНСПОРТИРОВКА ВЕЩЕСТВ В НЕМЕТАЛЛИЧЕСКИХ РЕЗЕРВУАРАХ: КОНСТРУКЦИИ И ОСОБЕННОСТИ.....	154
<i>Галкин П.А., Абрамов М.С., Арестов А.Н.,</i> ПРИМЕНЕНИЕ И СПОСОБ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ КОНСТРУКЦИИ ЖИДКОСТНОКОЛЬЦЕВОГО ВАКУУМНОГО НАСОСА.....	157
<i>Доровских Д.В., Лавренченко А.А., Милованов Д.А.</i> АНАЛИЗ МЕТОДИК РАСЧЕТА ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК РАМНЫХ КОНСТРУКЦИЙ СРЕДСТВ ТРАНСПОРТА.....	160

<i>Доровских Д.В., Милованов Д.А., Глазков В.Ю.,</i> ЛОКАЛИЗАЦИЯ УЧАСТКОВ РАМЫ С ВОЗМОЖНЫМИ ПОВРЕЖДЕНИЯМИ НА ОСНОВЕ КОМПЬЮТЕРНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ.....	165
<i>Доровских Д.В., Милованов Д.А., Глазков В.Ю.,</i> ИССЛЕДОВАНИЕ СОЧЕТАНИЯ ТЕХНОЛОГИЙ СВАРКИ И ПАЙКИ ДЛЯ РЕМОНТА РАМНЫХ КОНСТРУКЦИЙ СРЕДСТВ ТРАНСПОРТА.....	168
<i>Доровских Д.В., Лавренченко А.А., Милованов Д.А.,</i> ОБОСНОВАНИЕ РАЦИОНАЛЬНЫХ ПАРАМЕТРОВ ПРОЦЕССА РЕМОНТА РАМНЫХ КОНСТРУКЦИЙ СРЕДСТВ ТРАНСПОРТА.....	173
<i>Лавренченко А.А., Милованов А.В.,</i> МАТЕМАТИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ РЕЖИМОВ УПРОЩЕННОГО ИСПЫТАТЕЛЬНОГО ЦИКЛА АВТОМОБИЛЬНОГО ДВИГАТЕЛЯ.....	178
<i>Лавренченко А.А., Милованов А.В.,</i> МЕТОДИКА СТЕНДОВЫХ ИСПЫТАНИЙ ЛЕГКОВОГО АВТОМОБИЛЯ НА РЕЖИМАХ УПРОЩЕННОГО ИСПЫТАТЕЛЬНОГО ЦИКЛА.....	184
<i>Девяцкий И.А., Хольшев Н.В.,</i> ОБЗОР И АНАЛИЗ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ТОПЛИВНОЙ ЭКОНОМИЧНОСТИ АВТОМОБИЛЯ.....	189
<i>Девяцкий И.А., Хольшев Н.В.,</i> АНАЛИЗ МЕТОДОВ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПЕРЕДАТОЧНЫХ ЧИСЕЛ ТРАНСМИССИИ АВТОМОБИЛЯ.....	192
<i>Конев А.Ю., Хольшев Н.В.,</i> ВЛИЯНИЕ ФРИКЦИОННЫХ СВОЙСТВ ТОРМОЗНЫХ КОЛОДОК НА УСТОЙЧИВОСТЬ АВТОМОБИЛЯ ПРИ ТОРМОЖЕНИИ.....	196
<i>Конев А.Ю., Хольшев Н.В.,</i> КЛАССИФИКАЦИЯ И МАРКИРОВКА ТОРМОЗНЫХ КОЛОДОК.....	199
<i>Глазков Ю.Е.,</i> ВИДЫ ЖИДКОГО БИОТОПЛИВА ДЛЯ ДИЗЕЛЕЙ И ПУТИ ЕГО ПОЛУЧЕНИЯ.....	202
<i>Глазков Ю.Е.,</i> ПОТЕНЦИАЛ ПРОИЗВОДСТВА ДИЗЕЛЬНОГО БИОТОПЛИВА В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ.....	205
<i>Емельянова О.Е., Емельянова К.А.,</i> ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ГОРОДСКИХ АВТОБУСНЫХ ПЕРЕВОЗОК В ГОРОДЕ ВОЛГОГРАДЕ.....	209
<i>Никитин В.И., Найденов А.А., Астапов А.Ю.,</i> СОЗДАНИЕ МОДЕЛИ РАСЧЕТА ОБЩЕЙ СИСТЕМЫ ОСВЕЩЕНИЯ МЕТОДОМ КОЭФФИЦИЕНТА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ НА ЯЗЫКЕ C#.....	212
<i>Сухова А.О., Сапрыкин Д.Д.,</i> МЕТОДЫ И ИНСТРУМЕНТЫ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО МЕНЕДЖМЕНТА.....	216
<i>Сухова А.О., Сапрыкин Д.Д.,</i> ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО МЕНЕДЖМЕНТА.....	218
СЕКЦИЯ 3. СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ НАУКИ.....	220
<i>Гурьянов Д.В.,</i> СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ЭЛЕКТРОТЕХНОЛОГИИ ОБЕЗЗАРАЖИВАНИЯ ОРГАНИЧЕСКОГО УДОБРЕНИЯ.....	220
<i>Капустин В.П., Андреев А.А.,</i> АНАЛИЗ МАШИН ДЛЯ ВНЕСЕНИЯ ТВЕРДЫХ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ.....	227
<i>Капустин В.П., Андреев А.А.,</i> ОБОСНОВАНИЕ ВЫБОРА ПОКАЗАТЕЛЕЙ НАДЕЖНОСТИ МАШИН ДЛЯ ВНЕСЕНИЯ ТВЕРДЫХ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ.....	231
<i>Брусенков А.В.,</i> ОБЗОР И АНАЛИЗ ИЗМЕЛЬЧИТЕЛЕЙ КОРНЕПЛОДОВ ДЛЯ КРУПНОГО РОГАТОГОСКОТА НА МАЛЫХ ЖИВОТНОВОДЧЕСКИХ ФЕРМАХ.....	236
<i>Брусенков А.В., Сазонов В.Ю., Лутовинов В.А.,</i> ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ СОВРЕМЕННОГО ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ СОДЕРЖАНИЯ ПТИЦЫ.....	239
<i>Брусенков А.В., Данилин И.И.,</i> ЭФФЕКТИВНОСТЬ СИЛОСОВАНИЯ КОРНЕПЛОДОВ.....	244
<i>Пучков Н.П., Данилин И.И.,</i> ОБОСНОВАНИЕ КОНСТРУКТИВНЫХ ПАРАМЕТРОВ ПИТАТЕЛЯ-ДОЗАТОРА КОРНЕПЛОДОВ.....	246

Брусенков А.В., Сазонов В.Ю., ПРЕИМУЩЕСТВА И НЕДОСТАТКИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПТИЧЬЕГО ПОМЕТА В КАЧЕСТВЕ ОРГАНИЧЕСКОГО УДОБРЕНИЯ.....	252
Бралиев М.К., Кажияхметова А.А., Завражнов А.И., Ведищев С.М., ОБЗОР ТЕХНОЛОГИИ ПРИГОТОВЛЕНИЯ СУХИХ РАССЫПНЫХ КОМБИКОРМОВ.....	255
Ведищев С.М., Жариков В.С., ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВА ПРОЦЕССА ДОЕНИЯ В УСЛОВИЯХ ХОЗЯЙСТВ.....	261
Ведищев С.М., Стрыгин С.П., Пустоваров Н.Ю., Ноздрина А.О., АНАЛИЗ СИСТЕМ КОНТРОЛЯ ВЫСЕВА СЕМЯН ПРОПАШНЫХ КУЛЬТУР.....	265
Филиппова О.Б., Фролов А.И., Бетин А.Н., ФИТОНЦИДНЫЕ И СТИМУЛИРУЮЩИЕ СВОЙСТВА ФИТОДОБАВКИ ДЛЯ ТЕЛЯТ.....	268
Анашкин А.В., Альшинайиин Х.Д.Д., ОСОБЕННОСТИ ПОСЛЕУБОРОЧНОЙ ПОДРАБОТКИ ЗЕРНА В ИРАКЕ.....	273
Анашкин А.В., Альшинайиин Х.Д.Д., ПРОИЗВОДСТВО ПШЕНИЦЫ В РЕСПУБЛИКЕ ИРАК.....	277
Муромцев Д.Ю., Шувалов А.М., Бурный С.Д., РЕГУЛИРОВАНИЕ РАСХОДА ГАЗА В КОРМОВАРОЧНОМ КОТЛЕ ПО ДАВЛЕНИЮ В ПАРОВОЙ РУБАШКЕ.....	281
Коновалов В.В., Коновалова А.С., Пильгин А.Д., Зайцев В.Ю., Коновалов В.В., К ОБОСНОВАНИЮ ПЕРСПЕКТИВНОЙ СХЕМЫ ЭКСТРУЗИИ СМЕСЕЙ ЗЕРНИСТЫХ МАТЕРИАЛОВ.....	284
Мухамеджанов В.Х., Омаров А.Н., Жазыкбаева Г.М., РЫХЛЯЩИЕ ЭЛЕМЕНТЫ ПАССИВНО-АКТИВНОГО ТИПА ЛЕМЕШНОГО ПЛУГА.....	286
Хайруллина С.Г., Балаиов А.В., Стрыгин С.П., Синельников А.А., СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ВЫСЕВАЮЩЕГО АППАРАТА ДЛЯ ПОСЕВА СЕМЯН СОИ ГНЕЗДОВЫМ СПОСОБОМ.....	291
Чуйков В.Е., К ОБОСНОВАНИЮ ПЕРСПЕКТИВНОЙ СХЕМЫ ИЗМЕЛЬЧИТЕЛЯ КУСКОВЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ПРИМЕРЕ ЗЕРНА.....	295
Сазонов С.Н., О НЕОБХОДИМОСТИ РЕЗЕРВИРОВАНИЯ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ТЕХНИКИ В ФЕРМЕРСКИХ ХОЗЯЙСТВАХ.....	298
Хмыров В.Д., Сарбаллина Б.Д., Федорова К.В., ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ УСТАНОВКА ВОРОШИТЕЛЯ-ИЗМЕЛЬЧИТЕЛЯ ПОГРУЗЧИКА ОВЕЧЬЕГО ПОДСТИЛОЧНОГО НАВОЗА.....	300
Козел Н.О., Мартынов А.Е., Астапов А.Ю., ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ МОНИТОРИНГА ФИЗИЧЕСКИХ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ.....	302
Невзоров Д.С., Бородкина С.В., Найденов А.А., Астапов А.Ю., ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ IoT-УСТРОЙСТВА ДЛЯ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА.....	306
СЕКЦИЯ 4. ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ.....	310
Сазонова Д.Д., Сазонов С.Н. ТЕХНИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ РЕСУРСОВ В ФЕРМЕРСКИХ ХОЗЯЙСТВАХ.....	310
Сазонова Д.Д., МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ФЕРМЕРСКИХ ХОЗЯЙСТВ.....	313
Гавриков В.А., Лавриков И.Н., Гуськов А.А., СТРУКТУРА ТРАНСПОРТНО-ЛОГИСТИЧЕСКОГО ПРЕДПРИЯТИЯ.....	315
СЕКЦИЯ 5. ИНЖЕНЕРНАЯ ПЕДАГОГИКА.....	318
Монастырев П.В., Евдокимцев О.В., Струлев С.А., РЕАЛИЗАЦИЯ ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ПРОГРАММ В ОБЛАСТИ ИНФОРМАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ЗДАНИЙ, СООРУЖЕНИЙ И ЛИНЕЙНЫХ ОБЪЕКТОВ.....	318
Акулинина Д.А., Буланов В.Е., К ВОПРОСУ ИНТЕГРИРОВАННОГО ОБУЧЕНИЯ АНГЛИЙСКОМУ ЯЗЫКУ И ПСИХОЛОГИИ....	324
Акулинина Д.А., Буланов В.Е., Ломакина О.В., ПРИМЕНЕНИЕ ТРЕНИНГОВОГО ПОДХОДА В ОБУЧЕНИИ СТУДЕНТОВ.....	326
Глазкова М.М., КЕЙС-МЕТОД ПРИ ИЗУЧЕНИИ РУССКОГО ЯЗЫКА КАК ИНОСТРАННОГО В НЕЯЗЫКОВОМ ВУЗЕ.....	329

**РЕСТАВРАЦИЯ АРХИТЕКТУРНОЙ ИСТОРИЧЕСКОЙ СРЕДЫ ГОРОДА ТАМБОВА НА
ОСНОВЕ АНАЛИЗА ТЕРРИТОРИИ КИНОТЕАТРА «РОДИНА» И БЫВШЕГО ЗДАНИЯ
ВОЕНКОМАТА**

Кузнецова Наталия Владимировна,

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

Самотойлов Александр Олегович,

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

Введение

Особая роль в сохранении исторической памяти, идентичности жителей принадлежит материальному культурному наследию, в частности памятникам архитектуры, формирующим историческую среду городов. К сожалению, в последние годы в центре внимания общественности, средств массовой информации регулярно оказываются громкие конфликты вокруг застройки охранных зон, разрушения памятников [1].

Необходим самый серьезный анализ таких случаев, в том числе, и для выявления пробелов, недоработок в законодательстве, или, как юристы говорят, «люков» в законодательстве. Очевидно, нужны изменения и в самом порядке контроля за сохранением объектов наследия. Мировая практика показывает, что сохранение архитектурного наследия, отражающего локальные символы, не представляется возможной без активного его включения в современную жизнь города, переосмысления функционального назначения зданий, интерпретации наследия с сохранением памяти и активации исторического и архитектурного потенциала [1-11].

В историческом центре города Тамбова сохранилось достаточно много объектов культурного наследия – памятников архитектуры, в основном XIX-начала XX вв. Составляющими исторической градостроительной среды являются также здания-памятники советского периода, представительные общественные здания, построенные в середине XX века в стиле неоклассицизм. Многие из них используются по первоначальному назначению (ДК «Знамя Труда»), а другие в связи с потерей актуальности первоначальной функции меняли свое назначение, подвергались перепланировке, в результате оказались неиспользуемыми. К таким памятникам относятся объекты культурного наследия – кинотеатр «Родина» и здание общественного назначения, расположенные в самом центре города, вблизи площади Ленина.

В паспорте объекта: «Кинотеатр «Родина», расположенного по адресу: г. Тамбов, ул. Интернациональная, 26, отмечается, что здание находится в центре исторической части города и участвует в формировании градостроительной среды, является ценным элементом застройки участка улицы Интернациональная между улицами К. Маркса и Базарной города Тамбова. Объект является частью застройки, сформировавшей застройку площади Ленина. Объект является характерным представителем «сталинского классицизма» в исторической застройке. Здание общественного назначения, расположенное по адресу: г. Тамбов, ул. Интернациональная, 24 – здание военного ведомства середины XIX века, где в советское время находился военкомат, расположено в центральной исторической части города на пересечении улиц Карла Маркса и Интернациональной; играет важную роль в формировании архитектурного облика города. Оно является одним из немногих сохранившихся исторических дореволюционных каменных зданий улицы Дворянской (Интернациональной), сомасштабно рядом стоящему зданию бывшей гостиницы Никольских, поддерживая его зрительно, в том числе ритмом деталей [12]. Таким образом, образуется диалог между всеми историческими зданиями площади, в том числе зданием Дворянского собрания, на противоположной стороне улицы.

Но вот уже не первый год происходит наглядная деградация этих зданий: на главной площади города, вобравшей в себя и советское, и дореволюционное, и российсконаследие, находятся здания с разрушенными стенами, вандальными надписями, выбитыми окнами, что создает атмосферу запустения и отсутствия положительных перемен.

Несмотря на особенности и трудности реставрации, этот участок, несомненно, требует внимания и благоустройства, а город нуждается активации наследия путем приспособления зданий к современным условиям использования.



Рисунок 1 – Кинотеатр «Родина»



Рисунок 2 – Здание общественного назначения

История кинотеатра «Родина»

На месте современного кинотеатра «Родина» в начале XIX столетия находилась усадьба одного из самых зажиточных горожан Н.Д.Матвеева. В 1908 году Матвеев начал возводить внушительное трехэтажное здание, которое он намеревался использовать как доходный дом. Этот дом был самым внушительным и эффектным во всем квартале. На нижнем его этаже располагались магазины, а верхние арендовал Соединенный банк.



Рисунок 3 – Усадьба Н.Д. Матвеева в 1908 г. (слева), кинотеатр Родиная 1930 г. (справа)

После революции в 1917 года в доме располагалось отделение тамбовского пролеткульта. В конце 20-х годов прошлого столетия во время сильного пожара здание сгорело. В конце 30-х годов на этом месте началось строительство самого большого в области кинотеатра.

Летом 1954 г. в кинотеатре произошла авария. Начались реконструкция и восстановление кинотеатра, которые, согласно плану, закончились в 1956 году. С тех пор «Родина» стала самым благоустроенным и представительным кинотеатром города Тамбова, в котором действовало два больших зала для просмотра фильмов. Количество посадочных мест увеличилось до 700.

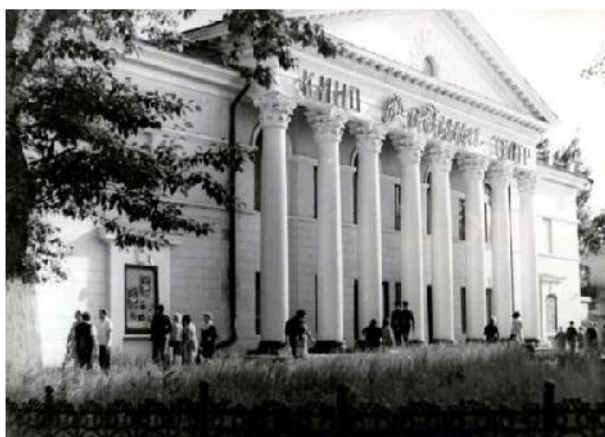


Рисунок 4 – Кинотеатр «Родина», 1950 г.

В 1979 году в кинотеатре «Родина» был произведен еще один ремонт, были переделаны внутренние помещения, но во время ремонта один из залов постоянно работал. В 2002 году была проведена очередная реконструкция кинотеатра.

Что же касается здания общественного назначения, то это двухэтажное здание бывшего военкомата на углу улиц Интернациональной и Карла Маркса было построено во второй половине XIX века специально для военного ведомства. С 1993 года оно имеет статус регионального памятника истории [13]. Однако вот уже полтора десятка лет здание бывшего военкома пустует. Одно время сюда планировали перевести библиотечные фонды Державинского университета, даже установили забор. Потом в планах был снос строения. На настоящий момент здание законсервировано.

Аналоги проводимых исследований

Цель предполагаемых реставрационных работ – приспособление зданий Кинотеатра «Родина» и бывшего военкомата под современную функцию для решения проблемы острой нехватки выставочных пространств. Тамбов – достаточно крупный город, постоянно развивается и нередко проводит различные конференции, выставки, ярмарки, на которые приглашаются в том числе и зарубежные гости. Проводить эти мероприятия попросту негде, вследствие чего приходится использовать совсем не предназначенные для этого площадки, что, конечно, негативно сказывается на репутации города и отношении к нему в целом.

Участок, отведенный под выставочный центр, находится в достаточно стесненных условиях, что сказывается на устройстве входных групп и подъездов к зданию. Несмотря на это, место обладает рядом очевидных преимуществ: близкое расположение Администрации области, областной Думы, бизнес-центра, гостиницы, остановок общественного транспорта. Да и в целом, Интернациональная – одна из главных улиц города, которая требует повышенного внимания.

По данной теме можно найти большое количество успешных примеров преобразований таких объектов. Это, например, MelkwegAmsterdam – популярное музыкальное заведение и культурный центр – бывшая молочная ферма в Амстердаме, Нидерланды; Центр современного творчества MataderoMadrid, расположенный в промышленных павильонах 1908–1928 годов в Мадриде, Испания [14].

В России же отличным примером может послужить реконструкция исторического архитектурного ансамбля зданий первой трети XIX века и приспособление его для размещения современного общественно-культурного центра. Это один из удачных примеров кропотливой работы по сохранению и возрождению архитектурных памятников Екатеринбурга. Восстановление практически разрушенного объекта культурного наследия велось на основании архивных чертежей и исследования подлинных элементов. Знаковый для города архитектурный ансамбль был восстановлен за два с половиной года и разместил общественно-деловое и выставочное пространство, получившее название Синара Центр [15].



Рисунок 5 – Синара Центр, Екатеринбург

Во всех случаях подразумевается многофункциональность пространства, различные сценарии использования, использование связей с существующими зданиями, городскими рекреациями, создание доступной площадки для раскрытия творческого потенциала горожан.

Анализ социальной активности горожан на территории вблизи площади Ленина

Центры активности – неотъемлемый элемент пространственной структуры города. Для выявления интенсивности использования горожанами определенных локаций, объектов транс-

портной инфраструктуры, а также анализа социально демографического состава посетителей и моделей их поведения в городской среде проводится анализ активностей.

Социально-демографический состав посетителей выбранного участка отличается разнообразием, так как в непосредственной близости располагаются Драматический театр и библиотека им. Пушкина, которые часто посещают школьники и студенты; различные административные здания посещаются более среднего и пожилого возраста. Все эти горожане в одинаковой мере могут обратить внимание на выставочный центр, проходя мимо, и посещение его будет зависеть от направленности и темы той или иной конкретной выставки.

Но, вопреки вышеуказанным предположениям, реальное наблюдение показало совсем другие результаты. Было проведено наблюдение за участком в будний день в разное время: утром, в обед и вечером. Результаты оказались таковы: в утренние часы самое большое количество людей было на остановке общественного транспорта; но, из-за небольшого интервала движения автобусов и троллейбусов, скапливалось там максимум 5-8 человек. В обеденное время удалось изредка наблюдать чаще всего одиноко идущих людей совсем в малом количестве. Вечером в субботу ситуация оказалась примерно такой же: несмотря на выходной день, человеко-поток оказался совсем низким.



Рисунок 6 – Фотофиксация активности посещения участка ул. Интернациональная вблизи кинотеатра «Родина»

Выяснилось, что несмотря на предположения, реальная ситуация такова: мимо кинотеатра «Родина» в любое время дня проходит в среднем 10–15 человек в час; через дорогу – у библиотеки им. Пушкина – чуть меньше. Конечно, накладывает свой отпечаток холодная погода в период исследования. На данном участке после закрытия кинотеатра теперь не осталось ни одного центра притяжения людей, каким в итоге мог бы стать выставочный центр, ведь для большинства людей это место все еще ассоциируется с так называемым «местом встречи».

Значительное влияние на посещаемость оказывают проводимые мероприятия. Как уже говорилось, в непосредственной близости находится площадь им. Ленина – пожалуй, главная площадь города. Именно на ней проводятся большинство мероприятий и торжеств.

Так, на одном из самых важных праздников – дне города Тамбова – в 2017 году собралось 92 тысячи человек, а в 2019 году 95 тысяч.



Рисунок 7 – Площадь Ленина в День города Тамбова

Также, большое количество людей посещают драматический театр, рассчитанный на 770 мест и библиотеку имени Пушкина.



Рисунок 8 –Объекты, формирующие площадь Ленина: Драматический театр (слева), библиотека имени Пушкина (справа)

В заключение приведем анализ отзывов посетителей. Средняя оценка кинотеатра «Родина» составляет 3.7 из 5 баллов, учитывая тот факт, что он уже много лет как закрыт. Отзывы людей чаще всего ностальгические; горожане с большим теплом и любовью вспоминают этот кинотеатр и негодуют из-за его нынешнего состояния: «В своё время был прекрасный кинотеатр! Ходила исключительно туда. Что-то очень душевное и атмосферное было только в нём.»; «Только можно сожалеть о былой востребованности этого здания.»; «Нужно вернуть кинотеатр! И отремонтировать здание. Позор в центре города.»; «Заброшено и забыта наша Родина.»

У бывшего здания военного ведомства оценка 4.2 из 5 баллов и совсем нет отзывов. На Яндекс.Картах он отмечен как Научная библиотека им. Державина, что, конечно, не соответствует действительности – здание совсем утратило свой вид как, снаружи, так и внутри. Большинство горожан совсем не знают историю этого объекта и, возможно, даже не интересуются этим. Для простого жителя это здание – просто фон, не представляющий интереса.

Проектное предложение по реставрации территории вблизи кинотеатра «Родина» и бывшего здания военкомата.

При реставрации территории планируется образовать выставочный комплекс, объединяющий здания кинотеатра и бывшего военкомата. Именно выставочный центр – объект, в котором могут быть представлены условия для удовлетворения культурно-досуговых потребностей горожан. Помимо размещения самих выставочных пространств планируется модернизировать и вновь запустить в работу существующие кинозалы кинотеатра, а также расширить возможности культурного проведения досуга путем дополнения комплекса лекционными залами, библиотекой с книгохранилищем, помещениями общественного питания посетителей и местами для коворкинга, предусмотреть условия для организации свободного времяпрепровождения людей. Архитектурно-пространственная среда выставочного центра будет являться своеобразным коммуникативным пространством, местом встреч и общения людей. При этом решаются еще три основные задачи: показ творческих достижений, обмен информацией и обмен опытом. Каждый новый проект выставочного центра, будет являться уже экспонатом и демонстрацией новых идей, технологий и конструкций.

Выводы

1. Несмотря на длительное отсутствие эксплуатации, кинотеатр «Родина» все еще любим горожанами, и остается у них в памяти как место культурного досуга; у большинства жителей теплится надежда на его вторую жизнь. Здание бывшего военкомата – объект, формирующий главную площадь города, гармонично встроенный в историческую среду, не используется и разрушается. Такое положение не способствует сохранению исторической памяти.

2. Территории вблизи кинотеатра «Родина» и бывшего здания военкомата характеризуется большим человекопотоком всех возрастов, активность данному месту придает дополнительно близкое расположение знаковых объектов и зданий.

3. Реставрация территории вблизи здания кинотеатра и бывшего военкомата предполагает актуализацию исторического наследия с приспособлением зданий под выставочный комплекс, что актуально для города в целом и позволит реализовать, помимо выставочных функций, также культурно-досуговые мероприятия, в том числе, сохранить существовавшие кинозалы кинотеатра «Родина».

Список использованных источников

1. Драчева Е.Л. Проблемы сохранения объектов культурного наследия ЮНЕСКО в России и за рубежом: [Электронный ресурс]. URL: http://futereruss.ru/wp-content/uploads/2016/05/%D0%94%D0%A0%D0%90%D0%A7%D0%95%D0%92%D0%90_doc.pdf (Дата обращения: 31.01.2022).
2. Монастырев П.В., Монастырева М.В. Изменение архитектурного облика зданий в современных условиях // Жилищное строительство. - 2001. - №7. – С.13-15.
3. 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.
4. 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.
5. N. Kuznetsova, E. Mishchenko, P. 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 ism, 2018, P.325-328.
6. P. Monastirev, E. Mishchenko, N. Kuznetsova. Problems of Integration of Cultural Heritage Objects with Architectural and Historical Environment of the City. 2018 IOP Conf. Ser.: Mater. Sci. Eng. 463 032045 <https://doi.org/10.1088/1757-899X/463/3/032045>
7. 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.
8. P.V. Monastirev, E.S. Mishchenko, N.V. Kuznetsova, N.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.
9. 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.
10. 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.
11. P.V. Monastirev, E.S. Mishchenko, N.V. Kuznetsova, A.I. Bezgina. 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.
12. Климкова М. О том, как в столице спасли историческое здание тамбовского военного ведомства. [Электронный ресурс]. URL: <https://marina-klimkova.livejournal.com/427416.html>(Дата обращения: 31.01.2022).
13. Забытый всеми. Почему разрушился памятник XIX века в Тамбове? [Электронный ресурс]. URL:https://chr.aif.ru/tambov/incidents/zabytyu_vsemi_pochemu_razrushilsya_pamyatnik_xix_veka_v_tambove(Дата обращения: 31.01.2022).
14. Редевелопмент для комфортного города, или Как из фабрики сделать галерею: [Электронный ресурс]. URL:<https://hotel.report/development/redevelopment-dlya-komfortnogo-goroda-ili-kak-iz-fabriki-sdelat-galereyu>(Дата обращения: 31.01.2022).
15. Реконструкция и реставрация объекта культурного наследия для размещения культурно-выставочного комплекса: [Электронный ресурс]. URL:<https://www.sinara-development.ru/projects/rekonstruktsiya-i-restavratsiya-obekta-kulturnogo-naslediya-dlya-razmeshcheniya-kulturno-vystavochno/>(Дата обращения: 31.01.2022).

СПОСОБЫ ВЫЯВЛЕНИЯ СЛОЖНОСТРУКТУРНЫХ, АГЛОМЕРАЦИОННЫХ ОБРАЗОВАНИЙ

Морозова Любовь Владимировна,

*ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет», аспирант
e-mail: morozvalyubov@gmail.com*

Енин Александр Егорович,

*ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет»,
канд. арх., профессор, декан факультета архитектуры и градостроительства
e-mail: a_yenim@mail.ru*

Целью данной статьи является определение последовательности движения в изучении вопроса выявления подходов для определения сложноструктурных образований агломерационного характера, способы анализа и критерии определения границ агломерации. Научные подходы, представленные в данной работе, это логический анализ, диалектический метод, табличная интерпретация эмпирико-фактологической информации. Результаты, полученные из сформированных подходов, помогают определить границы агломерации, временные затраты по доступности центрального образования и внутреннему передвижению, определение населенности территории в количественном виде, масштабы развития территории в перспективе и реальном времени. Существующие подходы для анализа и изучения агломерации позволяют провести сравнительный анализ существующих территорий между собой.

Городская агломерация - компактное скопление населённых пунктов, главным образом городских, местами срастающихся, объединённых в сложноструктурную динамическую систему с интенсивными производственными, транспортными и культурными связями.

Различают моноцентрические (сформировавшиеся вокруг одного крупного города-ядра) и полицентрические агломерации (имеющие несколько городов-ядер). Близость населённых пунктов иногда даёт так называемый агломерационный эффект - экономическую и социальную выгоду за счёт снижения издержек от пространственной концентрации производств и других экономических объектов в городских агломерациях[1].

Развитием и исследованием понятия «агломерация», ее пространственных, структурных изменений, и способов выявления занимались такие научные деятели, как В.Л. Глазычев, Д.И. Богорад, Е.Н. Перчик, Г.М. Лаппо, А.Г. Вишневыский, И.В. Волчкова.

Выделение агломерации и ее границ возможно структурно представить и выделить в несколько категорий, населенность территории самого города-спутника и его масштабы относительно территории, уровень перспективных изменений прилегающих объектов и их численная составляющая, относительно центрального города, агломерационные территории в пределах временных изменений, ретроспективных деформаций учитывающих прошлый опыт. Отечественные научные данные основываются на количественном отношении электората, доступность города-спутника, транспортные связи между прилегающими территориями и ядром, перспективы развития.

Выявления границ ядра связано с отношением его к полицентрическому или моноцентрическому типу, также территории агломерации, не имеющие крупных транспортных коридоров для связи. Делимитация происходит за счет выявления внутриагломерационных связей, архитектурно-планировочной структуры, спутников, ядра, изучения историко-географической базы, оценки демографического и трудового потенциала, инфраструктурного, хозяйственного, инвестиционного (рис.1). Методики отечественных ученых, говорят о том, что количественная составляющая города, относящегося к агломерации, составляет начальное значение двести пятьдесят тысяч населения, при этом имея несколько прилегающих территорий с транспортной доступностью во временном отрезке около часа.

Стандартизированный метод, основывается на городах спутниках от ста тысяч жителей имеющие прилегающие территории, относительно зон удаленности. Развитость территории высокая и миграционные процессы зависящие от трудовых нужд населения. Прилегающие территории от пятидесяти тысяч жителей и относительно друг друга размещение в часовой, двухчасовой доступности. Городская структура полная без разьединений и относительно масштабный центральный город.



Рисунок 1 - Схема основных факторов, влияющих на выявления границ агломерации

Городские агломерации представляют собой совершенно новую географическую единицу, где города участвуют в глобальной конкуренции и международном разделении труда, а также наиболее динамичными и потенциальными полюсами роста в будущем экономическом развитии. Городские агломерации имеют свои собственные объективные законы развития и эволюции, но из-за природных и градостроительных ограничений и различий институциональной среды, перспективные масштабы развития городских агломераций не совпадают с существующими условиями. Городские агломерации имеют сложные взаимосвязи между такими пространственными элементами, как экологическая среда, транспорт и информация. Таким образом, научное определение эффективных границ городов агломерации имеет большое значение для содействия оптимизации пространственной структуры.

После сравнения результатов исследований отечественных и зарубежных ученых о границах и масштабах городских агломераций, их исследования основываются на следующих аспектах, во-первых, применение основных существующих теорий к вопросам выявления границах городских агломераций объясняют разделением относительно нечетких границ, чтобы более глубоко изучить пространственную структуру, закон эволюции городских агломераций и их положительное и отрицательное влияние на самих себя и их окружение.

Второй - это пространственный расчет и моделирование городских агломераций на основе моделей, для количественного моделирования и измерения масштаба городских агломераций, методы пространственной модели могут использоваться более качественно и количественно. Определить диапазон городских агломераций и обойти ограничения количественной оценки с помощью эмпирических методов. Третий основан на больших пространственных данных, которые являются общедоступными. Во многих исследованиях использовались традиционные статистические данные, такие как население, экономика и транспорт, для изучения масштабов и границ городских агломераций, пространственных связей, регионального сотрудничества и региональных воздействий. С развитием больших пространственно-временных данных дистанционного зондирования в общедоступных сетях.

Таким образом, в поле исследования границ городских агломераций, состоящем из потоков людей, логистики, капитала и информации в городской агломерации, количественное определение границ городской агломерации является очень сложной проблемой. Традиционная демографическая, социально-экономическая статистика и другие данные затрудняют быстрое и точное определение границ городских агломераций из-за запаздывания во времени и недостаточных возможностей пространственно точного описания.

Список использованных источников

1. Вендина, О. Стратегии развития крупнейших городов России: поиск концептуальных решений [Электронный ресурс] / О. Вендина // Электронная версия бюллетеня Население и общество № 247 – 248. – 2006. – Режим доступа: <http://www.demoscope.ru/weekly/2006/0247/analit01.php>
2. Гутнов В.Э. «Структурно-функциональная организация и развитие градостроительных систем». Автореф. док. арх. — М., 1979.

3. Глазычев, В.Л. Между регионом и городом / В.Л. Глазычев // Журнал о градостроительстве и архитектуре «GRADO». – 2011. – №001. – с.61
4. Глушкова, В. Г. Московская агломерация / В.Г. Глушкова / Энциклопедия «Москва». -М., 1997.
5. Енин А.Е. Научный эксперимент в градостроительстве – предпроектный этап воспроизведения объекта познания // Енин А.Е. /Архитектурное интерпространство XXI века: опыт, проблемы, перспективы: материалы междунар. Науч.-метод. конф. (25-26 сентября 2013 г.) – СПб: Изд-во СПбГАСУ, 2013, с. 41-44
6. Енин, А.Е. Системный анализ и экспериментальная проверка принимаемых градостроительных решений / А.Е. Енин // Глобальный научный потенциал. - 2011. № 9.- с.36-40.
7. Лаврик, Г.И. Региональные градостроительные проблемы возможное их решение/ Г. И. Лаврик, А. И. Анисимов// Градостроительство. - 2010. №4.- с. 15-21.
8. Лаппо, Г.М. Городские агломерации СССР-России: особенности динамики в XX в. / Г. М. Лаппо // Российское Экспертное обозрение. - 2007. - №4. - С.6.
9. Прохорская, Е.Г. Пространственная организация юго-восточного направления московской агломерации: дис. канд. архитектуры: 05.23.22 / Прохорская, Е.Г. – Москва, 2016. – 85-90 с.
10. Райзберг Б. А., Лозовский Л. Ш., Стародубцева Е. Б. Современный экономический словарь. 5-е изд., перераб. и доп. — М.: ИНФРА-М, 2007. — 495 с. — (Б-ка словарей «ИНФРА-М»).

УДК 712.2

67.25.25: Благоустройство населенных мест. Зеленое строительство

67.25.23: Реконструкция и восстановление городов и населенных мест

ФУНКЦИОНАЛЬНО-ПРОСТРАНСТВЕННЫЕ ПРИЁМЫ И МЕТОДЫ РЕКОНСТРУКЦИИ ОТКРЫТЫХ ЛАНДШАФТНО-РЕКРЕАЦИОННЫХ ПРОСТРАНСТВ

Енин Александр Егорович,

*ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет»,
кандидат архитектуры, профессор кафедры «Основ проектирования и архитектурной графики»
e-mail: a_yenin@mail.ru*

Грошева Татьяна Игоревна,

*ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет»,
ст.преподаватель кафедры «Основ проектирования и архитектурной графики»
e-mail: tfs007@mail.ru*

Ландшафтно-рекреационные пространства, как подсистема ландшафтной рекреации города, особенно его исторического центра, в последнее время все чаще подвергаются реконструктивным мероприятиям. [3] Приемы и методы являются основными инструментами для достижения и реализации конкретных задач и целей при реконструкции объектов ландшафтной рекреации. С помощью функционально-пространственных приемов и методов достигается максимальная функциональность объектов рекреации. Рассмотрим некоторые из них:

- Метод обеспечения использования (доступа) ландшафтно-рекреационных пространств человеком на различных уровнях иерархии.

Человек испытывает необходимость контакта с природой на различных рекреационных уровнях иерархии города. [4] Начиная от частных владений: практически в каждом жилом помещении присутствуют фитокомпозиции. Свежий букет цветов в вазе на обеденном столе способствует положительному влиянию на эмоции и настроение. Цветотерапия, ароматерапия - является одной из методов терапии в медицине, применяется при лечении и профилактики различных заболеваний. [6] По пути на работу или к месту учебы, человек интуитивно выстраивает свой маршрут через сквер, парк, вечером, в хорошую погоду, возможны прогулки по набережной или по пешеходному бульвару в центре города.

Обеспечение доступа к различным компонентам ландшафтной рекреации в структуре города, обеспечивает многоуровневость самой системы ландшафтно-рекреационных пространств города. Все пространства должны быть равномерно распределены и быть доступны населению.

Локальные рекреационные пространства, расположенные в пределах частной собственности, предназначены для индивидуального пользования. Они, как правило, небольшие по площади и к ним имеют доступ ограниченный круг лиц. Планировочная структура ландшафтно-рекреационных пространств малоэтажных жилых домов зависит от типа жилья (закрытый жилой комплекс, таунхаус на несколько квартир, частный жилой дом для одной семьи и тд.). Отличительная черта данных рекреационных пространств - это отражение индивидуальности собственника, его потребностей, индивиду-

альных предпочтений, финансовых возможностей, так же оказывает влияние специфика его трудовой деятельности, социальный статус, предпочтение вида желаемой рекреации. Озелененные пространства интерьера - это фитокомпозиции на окне, озелененные лоджии, балконы, зимние сады, зеленые стены в интерьере, рекреационные поэтажные холлы (возможно всесезонное использование). За пределами дома - палисадник, сад, терраса, озелененная кровля (ограниченное сезонное использование). [4]

В структуру современных жилых комплексов входят такие рекреационные объекты как озелененный двор, озелененная кровля, рекреационный этаж. Современные жилые комплексы предусматривают рекреационные зоны для пользования жителей данного места.

На территории клубных домов «ORDYNKA» (ул. Малая Ордынка, 25, г.Москва), площадь которых составляет более семи тысяч квадратных метров, расположены private сады и дворы-atriумы. [10] Благоустроенная рекреационная территория включает в себя: пруд, молодой яблоневый сад и различные арт-объекты. Согласно концепции архитекторов, сад позиционируется как место гармонии и уединения с природой, а вода - символ глубины и спокойствия, играет в композиции центральную роль. Среди квартир жилого комплекса есть апартаменты с патио и квартиры с личными террасами. (Рисунок 1)



Рисунок 1 - Элитный жилой комплекс Ordynka, ул. Малая Ордынка, 25, г.Москва

ЖК Villa Grace (Пожарский пер., 3, г.Москва) расположен в историческом центре Москвы. (Рисунок 2) Жилой комплекс включает в себя три архитектурно индивидуальные части: корпус «Rainier» с историческим фасадом и лепниной, корпус «Albert» с белоснежной перламутровой облицовкой фасада и витражным остеклением и корпус «Mogambo» тёмно-шоколадного цвета с открытыми террасами. Колористическое решение фасадов выдержано в цветовой гамме всей улицы и не нарушает гармонию. Лепнина и декор корпуса «Rainier» повторяют оформление двухэтажного дома М. А. Зиминной, который был расположен на этом месте ранее. Облицовка фасадов выполнена природным камнем. Внутренняя территория закрытая, реализована концепция «двор без машин» (в комплексе предусмотрен подземный паркинг), на территории в полторы тысячи квадратных метров разбит: сад, зеленая зона отдыха и детская площадка. [8]



Рисунок 2 - ЖК Villa Grace, Пожарский пер., 3, г.Москва

ЖК Полянка/44 (ул. Большая Полянка, г.Москва) - новый жилой элитный проект в самом центре Москвы. [9] Комплекс состоит из восьми особняков, три из которых - сохранившиеся памятники архитектуры XIX века, пять других - новые постройки в неоклассическом стиле. Общая площадь территории - 1,6 гектара. Внутри жилой застройки находится просторный внутренний двор, центром которого является просторный английский сад площадью 0,8 га, разработанный ландшафтным агентством Gillespies. (Рисунок 3)



Рисунок 3 - ЖК Полянка/44, ул. Большая Полянка, г. Москва

- Прием формирования многоуровневого ландшафтно-рекреационного пространства.

Разнесение на разные уровни транспортных и пешеходных потоков позволяет обеспечить безопасность пешеходам и повысить пропускную способность городских магистралей.

Примером может служить парк «Хай-Лайн», он был разбит на путепроводе надземной железной дороги. (Рисунок 4) Парк расположен в Среднем и Нижнем Манхэттене, в районах Митпэкинг и Челси, город Нью-Йорк. Изначально это была эстакада для товарных и почтовых поездов. Данная территория долгое время была в запустении, и рассматривался вариант демонтажа, спустя время было принято решение о реконструкции, так в 2009 году открылась первая очередь парка. В 2019 году открылась последняя, третья очередь. Общая протяженность парка составляет 2,33 км. Посетители, гуляя по парку, проходят через галерею, встроенную в небоскреб. Из галереи выступают балконы, с которых открывается вид на окружающие улицы. В конце следования по маршруту парка расположена площадь со ступенями-зрительскими местами. Там проходят фестивали, выступления и концерты. По задумке авторов, на данной площади раз в полтора года будет меняться экспозиция - произведения монументального искусства. Так же архитекторы сохранили участок с историческими рельсами железной дороги, которые вели к почтовому сортировочному центру, теперь это некий туристический объект притяжения. После открытия парка арендная и рыночная стоимость недвижимости вблизи «Хай-Лайн» увеличилась в разы. [12]



Рисунок 4 - Парк «High line», г. Нью-Йорк, США

Парк Розы Фитджеральд в Бостоне (США) имеет протяженность 2,4 км. (Рисунок 5) В результате реконструкции скоростной автомагистрали (строительство автомобильного туннеля), парк был разбит на земле. Через его северную часть проходит туристический маршрут «Бостонская тропа свободы». Центральная часть парка проходит в одном из финансовых районов Бостона. В южной части парка расположена привокзальная площадь и квартал Чайнатаун. Растения подобраны с учетом азиатской культуры - пионы, вишневые деревья, бамбук. При проектировании и реконструкции данных объектов учитывались потребности и пожелания местных жителей. Помимо важной коммуникационно-связующей функции, в парках формируется индивидуальная программа событий и сценарного развития. [14]



Рисунок 5 - Парк «Rose Fitzgerald Kennedy Greenway», г.Бостон, штат Массачусетс, США

Перенос транспортной инфраструктуры под землю, как один из вариантов в борьбе с проблемами, вызванных повышенной автомобилизацией, позволяет: создать рекреационную пешеходную наземную зону для горожан, улучшить экологическую обстановку, сделать близлежащие районы рентабельными, экономически привлекательными и преобразить городской облик в целом.

- *Метод функциональной наполненности ландшафтно-рекреационных пространств и их зонирования.*

Каждому посетителю рекреационного пространства должен быть предоставлен выбор, как провести свой досуг. Это могут быть различные выставки, мастер-классы, групповые занятия спортом (йога, фитнес, дыхательная гимнастика и тд.), ярмарки и фестивали, детские игровые зоны с выделением возрастных групп, карусели и аттракционы, варианты тихой рекреации - книжные и литературные вечера. Необходимо провести функциональное зонирование внутри рекреационных пространств таким образом, чтобы функциональные зоны не конфликтовали друг с другом. Зонирование можно осуществить с помощью ландшафтных и архитектурно-дизайнерских приемов и методов: создание искусственного рельефа, использование декоративного озеленения, мощения, элементы дизайнерских МАФ, использование единого цветового оформления, декоративная подсветка и освещение и тд. Для обеспечения комфортного досуга, различным слоям населения, нужно учитывать их интересы, возрастную категорию, время года и суток, предлагать свободу в выборе рекреационных мероприятий. Вне зависимости от времени года, рекреационное пространство должно обеспечить актуальное для каждого посетителя времяпрепровождение, это способствует повышению социальной и инвестиционной привлекательности.

Парк «NAVY YARDS CENTRAL GREEN» в Филадельфии (США) расположен на территории, где раньше были находились военно-морские верфи. На площади в два гектара американское бюро разработало проект парка, который стал победителем в 2016 году на Architizer A+Awards. Планировочная схема парка подчиняется форме круга. (Рисунок 6) Геометрическая композиция состоит из большого круга, включающего в свою композиционную структуру малые круги. У каждого круга - своя функциональная наполненность, в них расположены: амфитеатр, площадки для гольфа, теннисные столы, спортивные площадки, столы для обеда и игр в настольные игры, зона с гамаками и тд. По периметру парк окружен беговыми дорожками. В качестве акцентного цвета в оформлении парка использован желтый цвет, что способствует повышению спортивной активности, настроения и аппетита. [13]



Рисунок 6 - Парк NAVY YARDS CENTRAL GREEN, Филадельфия, США

- Прием обеспечения всесезонного использования ландшафтно-рекреационных пространств.

Функциональное насыщение рекреационных пространств должно быть изменяемым в зависимости от времени года. Для обеспечения стабильности посещения рекреационных пространств, функциональное наполнение парка должно быть востребовано круглогодично. Это может быть каток, зимняя ярмарка, активные виды спорта в зимнее время, мероприятия соревновательного характера для всей семьи и тд. Пространство должно быть оборудовано мобильными пунктами с горячими напитками и закусками, круглогодично работающими санитарными комнатами, защитными устройствами от непогоды. Наличие оборудованных мест для кратковременного отдыха с укрытиями от дождя, ветра, создание дополнительных затененных участков, утепленных или охлаждаемых мест, с защитой от сквозняков и перегрева. Круглосуточное освещение должно обеспечивать безопасность на пешеходных маршрутах. Дорожки и площадки должны быть очищены от снега и наледи.

Возможность всесезонного использования ландшафтно-рекреационных пространств также зависит от корреляции с системой общественного транспорта.

ЦПКиО им. С.М. Кирова (Елагин остров, Санкт-Петербург) на сегодняшний день - это динамично развивающееся культурно-рекреационное пространство. (Рисунок 7) На территории парка проходят культурно-массовые мероприятия - различные фестивали (фестиваль тюльпанов, международный фестиваль уличных театров и тд). Летом в парке проходят литературные вечера («Читальный зал на свежем воздухе»). В Овальном зале Елагиностровского дворца, проходят музыкальные «Елагинские вечера». Так же во дворце работает Музей русского декоративно-прикладного искусства и интерьера XVIII-XX вв. В отреставрированном здании Кавалерского корпуса проходят мастер-классы для разных возрастных групп (мастерская «Творческая дача»). В западной части парка работает мини-зоопарк. Для активного отдыха летом есть волейбольные площадки, роллердром и оборудованные роликовые дорожки, велослужбы. В зимнее время заливается каток, горки и прокладываются лыжные трассы. Летом можно воспользоваться пунктом проката и поплавать на пруду на лодке или катамаране. [11]



Рисунок 7 - ЦПКиО им. С.М. Кирова, Елагин остров, г.Санкт-Петербург

Приемы и методы, описанные в данной статье, направлены на достижение максимально эффективного функционирования ландшафтно-рекреационных пространств. Они позволяют определить особенности внутреннего зонирования, их организации, пространственной и визуальной взаимосвязи с окружающей средой и функционального наполнения.

Список использованных источников

1. Анисимова Л.В. Городской ландшафт. Социально-экологические аспекты для проектирования: Учебное пособие. — Вологда: ВоГТУ, 2002. — 192 с.
2. Вергунов, А.П. Архитектурно-ландшафтная организация озелененных пространств в городских центрах : Учеб. пособие / А. П. Вергунов; Моск. архит. ин-т. - М. : МАРХИ, 1986. - 126 с.

3. Грошева, Т.И. Общие принципы и методы реконструкции системы ландшафтно-рекреационных пространств города / А.Е. Енин, Т.И. Грошева // Журнал «Наука и бизнес: пути развития». - Тамбов, 2018. - № 6 (84). - С. 64-70.
4. Грошева, Т.И. Системный подход к реконструкции ландшафтно- рекреационных пространств / А.Е. Енин, Т.И. Грошева // Строительство и реконструкция. 2017. № 4 (72). С. 101-109.
5. Грошева, Т.И. Теоретические основы и практика реконструкции ландшафтно-рекреационных пространств города // Грошева Т.И./ Научный журнал строительства и архитектуры. 2019. № 1 (53).С. 124-139.
6. Маргус, М.П. Лес и здоровье человека. М.: Лесная промышленность, 1979. - 110с.
7. Раппопорт А. Г. Человек и природа в пространстве парка//Парк и отдых: Сб. науч. тр./НИИ культуры. - М., 1978. - С. 275-277

Электронные ресурсы

8. Жилой Дом Villa Grace [Электронный ресурс] - Режим доступа: <https://villagraces.ru/infrastructure>
9. «Полянка/44» — комплекс элитных особняков [Электронный ресурс] - Режим доступа: <https://www.polyanka44.com>
10. Собрание клубных домов ORDYNKA в Замоскворечье [Электронный ресурс] - Режим доступа: <https://ordynka-25.com/>
11. Центральный парк культуры и отдыха им. С.М. Кирова [Электронный ресурс] - Режим доступа: <https://elaginpark.org/>
12. Парк «High line» [Электронный ресурс] - Режим доступа: <https://www.thehighline.org/>
13. Парк «Navy Yards Central Green» [Электронный ресурс] - Режим доступа: <https://architizer.com/projects/philadelphia-navy-yards-central-green/>
14. Парк «Rose Fitzgerald Kennedy Greenway» [Электронный ресурс] - Режим доступа: <https://www.rosekennedygreenway.org/>

УДК 727:72.03

67.07.29: Памятники архитектуры. Мемориальные комплексы

АРХИТЕКТУРА ЗДАНИЙ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ В ТАМБОВСКОЙ ГУБЕРНИИ

Кузнецова Наталия Владимировна

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

Левина Елена Викторовна

*ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», магистрант,
e-mail: levina77777@bk.ru*

Первыми учебными заведениями, в которых обучались грамоте, были школы при приходских церквях и монастырях, казарменные школы, у знати популярным считалось домашнее обучение. Только во время царствования Екатерины II появляются официальные учебные заведения. Первое государственное учебное заведение в Тамбовской губернии – главное народное училище – было открыто 22 сентября 1786 года наместником Г.Р. Державиным.

В начале XIX века начинается полная реорганизация всего учебного процесса. Народное образование организовывалось в виде 4 ступеней: приходские училища – уездные училища – гимназии – университеты.

Строить учебные здания в Тамбовской губернии начали в конце XIX века. Ввиду слабого роста промышленности и преимущественно аграрной направленности экономики, губерния достаточно долгое время занимала одно из последних мест в России по уровню грамотности. Высших учебных заведений в городе не было вообще. Только с развитием товарно-денежных отношений, введением определенных льгот для грамотной части населения по воинской службе и при получении работы появилась заинтересованность представителей нового городского сословия в обучении [3].

В первом десятилетии XX века в Тамбове уже функционировало 58 учебных заведений начально-го и среднего звена (общие и специальные, казенные и частные). Наиболее известными среди них стали Императорское русское музыкальное училище, Александринский институт благородных девиц, духовная семинария, реальное и ремесленное училища, женская гимназия Д.А. Пташник [2, 5, 6].

Здания учебных заведений как государственные учреждения возводились с использованием регулярных схем построения фасадов, в господствующем с начала XIX века официальном архитектурном стиле классицизм. На долгие годы образцом классического общественного (образовательного) здания стал Московский университет, построенный М.Ф. Казаковым (1793 г.). Его характерные черты: симметрия фасада с ордерным портиком, боковые крылья с пилястрами, рустованный первый этаж воспринимались как надлежащие приемы в архитектуре казенных строений в провинции [4].

В классическом стиле выполнено здание женской гимназии (г. Тамбов, ул. Советская/ ул. Интернациональная, 108/8, кон. XVIII - нач. XIX вв.), отличительные черты: фасады с пилястрами и аттиком, регулярность расположения и ритм оконных проемов, наличники окон, двухцветность фасадов (Рисунок 1).

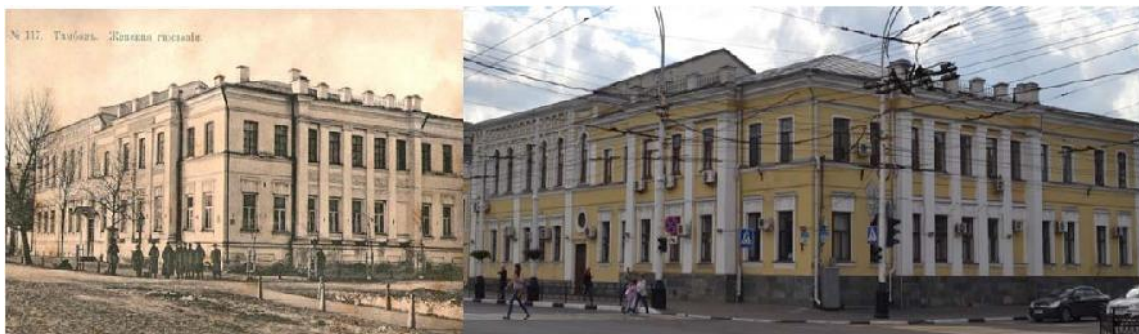


Рисунок 1 – Использование классических форм в архитектуре здания образования. Объект культурного наследия федерального значения "Здание женской гимназии, кон. XVIII - нач. XIX вв.", ул. Советская/ ул. Интернациональная, 108/8. Фото конца XIX в. и современное

Для классических зданий ордер становится формообразующим элементом, здания отличаются симметрией, строгостью и простотой; пропорции, соподчиненность частей определяются законами классического архитектурного построения. Система планировки подчинялась симметрии фасадов. Учебные здания имели линейную или полузамкнутую композиционную схему плана, центральная часть отмечалась портиком. В центре фасада над входом или в угловой части размещалось зальное помещение или домовая церковь, что является отличительной чертой планировки таких зданий. В качестве тамбовского примера использования классических форм можно привести здание Александринского института благородных девиц, перестроенное из усадьбы старого губернаторского дома (1839-1843 гг.). На главном фасаде выделяется центральный ризалит, где над главным входом расположен актовый зал с высокими окнами. В 1875 году к северной стороне главного корпуса был пристроен трёхэтажный флигель. В середине XIX века в учебном заведении освятили домовую церковь, расположенную в угловой части здания (Рисунок 2).

В середине XIX века произошел отход от классических архитектурных приемов в соответствии с новыми эстетическими принципами, основывавшимися на формуле министра образования С.С. Уварова – «православие, самодержавие, народность». Эkleктика позволила отойти от строгих канонов классицизма: фасады, лишённые классического портика, ордерной системы, как главного элемента композиции, приобрели различные формы, заимствованные из того или иного стиля; отмечается мелкокомасштабность, дробность архитектуры, но подчинение единому формообразующему принципу. Гибкость нового стиля позволила решить многие планировочные задачи, способствовала развитию вновь возникших типов зданий профессионального образования. В зданиях училищ практической направленности (коммерческих, реальных) объединялись различные функции, обеспечивающие обучение, воспитание, физическую подготовку, развитие духовности, при этом форма здания ставилась в зависимость от его внутренней организации.

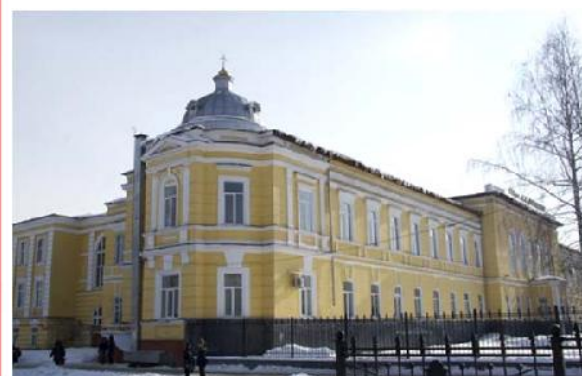
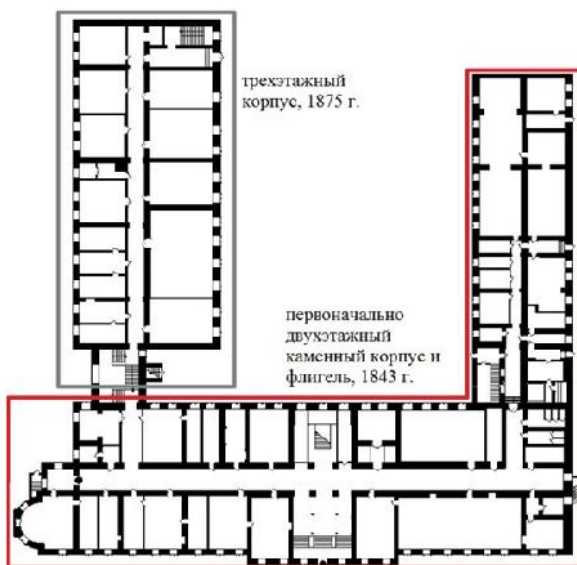


Рисунок 2 – Официальный классицизм в формах фасадов и рациональной планировке здания образования. Объект культурного наследия регионального значения «Здание Тамбовского Александринского института благородных девиц» (в настоящее время – здание ТГУ им. Г.Р. Державина, г. Тамбов, ул. Советская/Коммунальная, 93/2). Фото нач. XX века.
Планировка первого этажа. Современный вид

В 1885 году на средства тамбовского купца Андрея Михайловича Носова были построены ремесленные мастерские со столярным, литейным и кузнечным цехами, а также с приютом для обучения и содержания мальчиков, которые затем были преобразованы в ремесленное училище. Комплекс зданий по ул. Державинская, Карла Маркса, Коммунальная, включая здание технического училища имени А.М. Носова, состоит из разноэтажных и различных по архитектурному облику примыкающих друг к другу нескольких строений (частей). Архитектура фасадов углового здания по ул. Карла Маркса и ул. Коммунальная характерна для эклектичного стиля со сложным лепным декором, слабо выступающими ризалитами, несимметричностью фасадов, рустовкой поверхности стен, лучковыми завершениями окон, небольшими профилированными простенками. Эклектические тенденции в архитектуре города возникли под влиянием строительства нескольких крупных образцов "столичного масштаба" [5], в архитектуре доходного дома М.Л. Шоршорова, здания Дворянского собрания видно обращение историческим источникам, в частности, барокко и ренессансу.

В начале XX века в архитектуре зданий для нужд образования с целью придания им торжественности и официальности часто использовалась классическая композиционная система как основа академической эклектики.

Примером академической эклектики может служить здание Тамбовской духовной семинарии (г. Тамбов, ул. Ленинградская, 1). Согласно первоначальному проекту 1784 года здание представляло симметричную постройку в классическом стиле с центральной двухэтажной частью, и флигелями с двух сторон, в 1846 году оно было надстроено третьим этажом с куполом в центре фасада, где разместилась домовая церковь во имя святителя Николая. Корпус вновь перестроен в 1909-1911 гг. по проекту архитектора И.П. Фреймана: флигели были надстроены, таким образом здание стало целиком

трехэтажным, а домовый храм был перенесен в левое крыло здания. Кроме того с южной стороны был пристроена симметричная трехэтажная часть с верхними овальными окнами. Главный фасад имеет прямоугольные и арочные с замковым камнем оконные проемы, плоскость стен оформлена рустованными пилястрами, карнизный междуэтажный пояс отбивает нижний рустованный этаж, венчающий карниз глубоко профилирован и дополнен центральным аттиком. Объединенные разновременные и разностилевые части бывшей духовной семинарии показывают изящную трактовку смешения стилей, пропорциональность, удачное градостроительное решение говорят о мастерстве зодчего (Рисунок 3). В планировочном решении также присутствовал порядок и четкость разделения помещений, высокие просторные классы выходили в широкий внутренний коридор, сохранились парадная, трехмаршевая лестница.

Не смотря на то, что основным стилем вновь строящихся зданий образования начала XX века являлась академическая эклектика, в городе Тамбов есть примеры зданий, выполненных в стиле модерн [7, 8]. Самым значительным образцом стиля модерн было здание музыкального училища, построенное по специальному проекту архитектора Ф.А. Свирчевского в 1903 году (г. Тамбов, ул. Советская, 87). Строго симметричный главный фасад имеет выраженное трехчастное деление с высоким фронтоном и центральным металлическим навесом над входом. Художественные приемы, характерные для архитектуры модерна, выражались в использовании усложненных контуров оконных проемов (овальных, лучковых) и расстекловки оконных переплетов, разнообразного декора плоскости стен, изгибе линий карниза и фронтона. Фасад украшают ниши с установленными в них бюстами известных русских композиторов. Интерпретации барокко в элементах фасадов подчеркивает романтическую направленность архитектуры здания (Рисунок 4).

Индивидуальным образом обладает здание ремесленного училища (г. Тамбов, ул. Студенецкая набережная, 23), относящееся к стилю модерн, построенное в начале XX века (Рисунок 4).

В провинции при строительстве учебных заведений проявилось рационалистическое направление эклектики, прежде всего в зданиях, выполненных из красного кирпича – кирпичный стиль. Кирпичный стиль нес главенство пользы строений для общества, а основным средством формообразования признавались строительные материалы, техника строительства. Здания кирпичного стиля, как правило, отличались многообъемной свободной композицией в соответствии с функциями, а живописность, многообразие архитектурного декора, узорчатость, определяемые тектоническими особенностями кирпичной кладки, проявлялись только во внешних формах.

Первое духовное училище имени Амвросия Оптинского построено в 1896 году по проекту архитектора Ф.А. Свирчевского (г. Тамбов, ул. Сергеева-Ценского, 2А) с использованием композиционных принципов кирпичного стиля. Кирпичное двух-, трехэтажное здание с высоким цоколем центрально симметричное, акцентировано выступающими ризалитами, возвышающимися над основной кровлей с верхними круглыми окнами, арочным завершением и треугольными фронтонами, центральная трехэтажная часть выделена высокими арочными окнами с декорированными пилястрами в простенках, ажурным навесом на чугунных колоннах крыльца. Фасады отличаются богатой кирпичной пластикой: ступенчатым кирпичным карнизом, межэтажным поясом с дентикулами (сухариками), фигурными обрамлениями арочных окон, орнаментом лучковых перемычек, орнаментом пилястр. Планировка проста и обусловлена назначением здания – на центральной оси расположен главный вход и лестница, помещения размещены вдоль фасадов.

Краснокирпичный рациональный стиль был широко распространен в Тамбовской губернии, так как купцы признали в нем достоинства качества, стоимости и эстетики. Здание Толмачёвского училища (г. Тамбов, ул. Лермонтовская, 1) построено в 1899 году и было названо в честь своего основателя, известного тамбовского купца и благотворителя А.И. Толмачёва. В двухэтажном прямоугольном симметричном здании имеется традиционный центральный ризалит, выделенный окнами с полуциркулярным завершением и аттиком. Достаточно простой пластике кирпичного фасада придают нарядность оконные наличники оригинальной формы, выделяющиеся цветом. Училище предлагало лучшие возможности для учебного процесса, и было рассчитано на обучение до 800 воспитанников. Сдержанный, но торжественный декор характерен для здания Питиримовской гимназии (г. Тамбов, ул. Сергея Рахманинова, 4, 1905-1910 гг.), выполненной в кирпичном стиле. Постройка велась на средства тамбовского мецената М.Т. Попова. Крыльцо, балкон и ограждения были украшены художественным чугунным литьем. На верхнем этаже здания располагалась домовая церковь, увенчанная куполом на барабане (Рисунок 5). Здание имеет строгий и торжественный вид, что отвечает образу учебного заведения.



- здание семинарии в границах постройки: 1785-1788 гг. - одноэтажное, 1798 г. - двухэтажное, 1846 г. - надстройка купола в центральной части.
- здание семинарии в границах постройки 1800-1805 гг. Построены симметричные каменные флигели.
- здание семинарии в границах реконструкции, проведенной после 1856 года. Флигели и главный корпус объединены в единый двухэтажный объем.
- здание семинарии в границах постройки 1908-1911 гг. Надстроен третий этаж, с южной стороны пристроен флигель, в который перенесена церковь.



0 10м 20м 30м



Рисунок 3 – Академическая эклектика в здании образования. Объект культурного наследия регионального значения «Здание бывшей духовной семинарии», г. Тамбов, ул. Ленинградская, 1. Фото конца XIX - начала XX века. Фото начала XX века (десятые годы). Схема изменения границ здания главного корпуса семинарии в период с 1785 года по 1911 год. Современные фото: виды с ул. Ленинградская и ул. Набережная

Необычный для провинциальной России пример учебного здания, выполненного в стиливых формах английского романтизма, расположен в пос. Чакино Ржаксинского района Тамбовской области [1]. При проектировании здания Тамбовского среднего сельскохозяйственного училища архитектором использованы оригинальные формы плана и объемов здания, декора фасадов (Рисунок 6). Т-образное здание в плане имеет рациональную планировку с расположенными вдоль светлого коридора классами, залом, вспомогательными помещениями, домовой церковью. Здание, построенное в 1914 году, за годы существования не меняло свою общественную функцию – до 2013 года в нем размещался Чакинский аграрный техникум, сохранило высокую степень подлинности.



Рисунок 4 – Использование стиля модерн в зданиях образования (нач. XX в). Объект культурного наследия регионального значения «Здание музыкального училища им. С.В. Рахманинова», г. Тамбов, ул. Советская, д. 87 (в настоящее время – ТГМПИ им. С.В. Рахманинова). Объект культурного наследия регионального значения «Здание ремесленного училища», г. Тамбов, ул. Студенческая набережная, 23 (в настоящее время – лицей № 29)

Объемно-планировочные решения зданий подчинялись общей гуманистической направленности образования, помимо классов для занятий, мастерских предусматривались оборудованные классы для рисования, занятий музыкой, танцевальные залы и библиотека, позже (примерно с конца XIX века) лазарет или помещения врача. Наличие пансионата требовало выделения помещений для проживания учащихся, столовой и кухни, помещений для стирки и сушки белья, жилых помещений для обслуживающих работников. Нередко в верхних этажах зданий располагались квартиры директора училища. Особое место при формировании планировки отдавалось домовой церкви. Учреждения профессионального образования занимали, как правило, не одно здание, а могли размещаться на обширной территории, благоустроенной и предназначенной для от-

дыха и прогулок учащихся. В тамбовской практике примером комплексного освоения территории и решения градостроительных задач может являться комплекс зданий Александринского института благородных девиц с корпусами для занятий, для проживания воспитанниц, а также с большим садом за зданиями, который тянулся до реки Цны, где была устроена купальня. Большой парк использовался для прогулок, территория была огорожена чугунной оградой.

Крупные казенные здания образования в Тамбовской губернии отличались высоким качеством архитектурных решений, объекты, строившиеся на средства благотворителей (местных купцов), также отличались своеобразием и рациональностью решений, небольшие частные и государственные учреждения представляли скромные в отделке здания, характеризующиеся регулярностью схем.

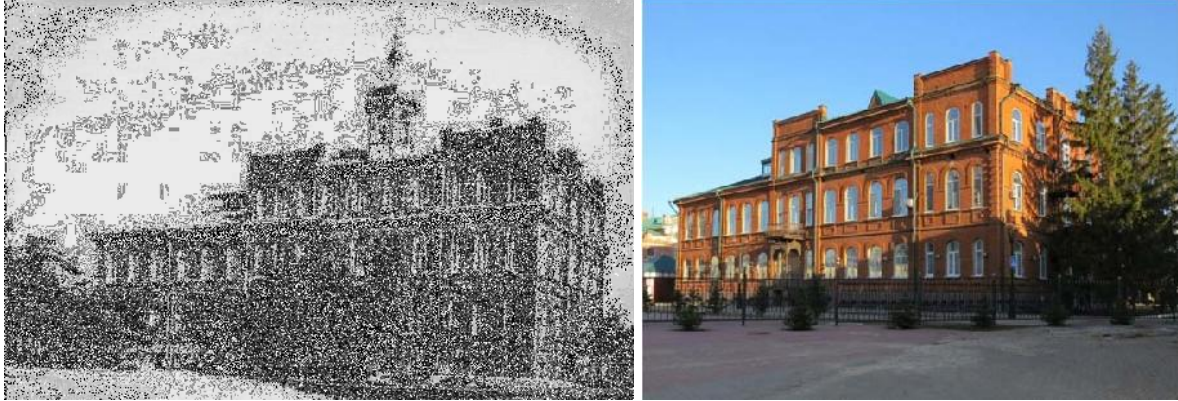


Рисунок 5 – Кирпичный стиль в зданиях образования (нач. XX в). Объект культурного наследия регионального значения «Питиримовская гимназия», г. Тамбов, ул. Советская, д. 87 (в настоящее время – ТГМПИ им. С.В. Рахманинова). Объект культурного наследия регионального значения «Здание ремесленного училища», г. Тамбов, ул. Сергея Рахманинова, 4 (в наст. время – гимназия № 7)



Рисунок 6 – Историзм в зданиях образования. Объект культурного наследия регионального значения «Здание Тамбовского среднего сельскохозяйственного училища», Тамбовская область, Ржаксинский район, пос. Чакино, ул. Центральная, 23. Фото начала XX в. Современный вид со стороны главного входа, детали фасада (с 20013 г. не эксплуатируется)

Большинство сохранившихся зданий образования в городе Тамбове располагаются в историческом центре, многие имеют градоформирующее значение, некоторые представляют городские ансамбли с прилегающей территорией.

Большая часть исторических зданий профессионального образования вследствие архитектурных достоинств (строгость, пропорции, индивидуальность, проработанность) и востребованности функции (при изначально функционально оправданной планировочной структуре) после 1917 года и до настоящего времени в той или иной форме сохранили свое основное назначение.

23 исторических зданий учебных заведений в городе Тамбове являются объектами культурного наследия федерального и регионального значения. Техническое состояние зданий во многих случаях не полностью отвечает требованиям организации учебного процесса, имеются утраты и повреждения как во внешнем облике, так и внутри зданий. Кроме того, современные санитарно-гигиенические, противопожарные требования, принципы организации планировочных блоков в образовательных учреждениях не всегда можно реализовать в исторических зданиях. В связи с этим остро стоит вопрос реставрации таких памятников архитектуры. Решения о составе и содержании реставрационных работ могут приниматься только на основании исследований памятника с учетом возможности приспособления к новой функции, необходимости восстановления утраченных элементов (в первую очередь, это относится к восстановлению куполов и глав домовых церквей), допустимости нового строительства на территории памятника, целесообразности использования новых материалов и технологий при реставрации внутренних (скрытых) конструкций.

Исторические архитектурные образы, пластика фасадов, градостроительное положение образовательных учреждений-памятников архитектуры обосновывает необходимость их сохранения в городском контексте и расширения возможностей использования.

Список использованных источников

1. АКТ государственной историко-культурной экспертизы выявленного объекта культурного наследия «Здание Тамбовского среднего сельскохозяйственного училища», расположенного по адресу: Тамбовская область, Ржаксинский район, пос. Чакино, ул. Центральная, 23. URL: https://pam.tmbreg.ru/assets/files/Ekspertiza/2019/Akt_GIKE_Chakino_Centralnaya_23.pdf (дата обращения: 12.04.2022).
2. Двухжилова И.В. История Тамбовского края с древнейших времён до середины XIX века : учебное пособие / И.В. Двухжилова. – Тамбов: Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та, 2009. – 120 с.
3. Земляная Т.Б., Павлычева О.Н. Состояние начального и среднего образования в Российской Империи в первой половине XIX века // Журнал научно-педагогической информации. 2011. № 1. С. 76-85.
4. Иванова Т.В., Золотницкая З.В. Матвей Казаков и допожарная Москва.– М.: Издательство: Кучково поле, 2019. – 336 с.
5. Леденева Г.Л. Гражданская архитектура российской провинции конца XIX – начала XX столетий (на примере застройки г. Тамбова): Учеб. пособие. Тамбов: Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та, 2003. 80 с.
6. Марина Климкова (г. Тамбов) Тамбовский купец тебе товарищ. Часть 2. URL: <https://hraniteli-nasledia.com/articles/zhivaya-istoriya/tambovskiy-kupets-tebe-tovarishch-chast-2/> (дата обращения: 29.03.2022).
7. Раев Максим Прогулки по Тамбову: где учились наши пра-прадедушки? URL: <https://tmbreport.ru/jekskursii-po-tambovu-gde-uchilis-nashi-pra-pradedushki/> (дата обращения: 29.03.2022).
8. Тамбов: прогулки с краеведом / А.А. Горелов, Ю.В. Путилин, А.С. Нарциссов. – Липецк, 2017. – 72 с.

ОСОБЕННОСТИ РЕКОНСТРУКЦИИ ЗДАНИЙ ПАМЯТНИКОВ АРХИТЕКТУРНОГО И КУЛЬТУРНОГО НАСЛЕДИЯ Г. ТАМБОВА (НА ПРИМЕРЕ ЗДАНИЯ ГОСТИНИЦЫ “ТАМБОВ”)

Потапова Анна Алексеевна

*ФГБОУ ВО “Тамбовский государственный технический университет”, магистрант
e-mail: mlp.anna@mail.ru*

Кожухина Ольга Николаевна

*ФГБОУ ВО “Тамбовский государственный технический университет”, доцент кафедры
«Городское строительство и автомобильные дороги»
e-mail: olga1463@yandex.ru*

Прогресс не стоит на месте и каждый день строится все больше зданий и сооружений по самым современным требованиям. Но так ли нужно возводить небоскреб в провинциальном городе? Независимо от места расположения здание должно выглядеть органично, не нарушая общую архитектурную композицию города.

В Тамбове немалую часть города занимают здания, возведенные в прошлом веке и более 50 лет назад, но с интересной архитектурой и большой проблемой по их дальнейшей эксплуатации из-за отсутствия реконструкции и наличия значительных повреждений. Отдельные сооружения относятся к памятникам архитектуры, культуры или истории. Однако, от того, что здание является памятником, ему не избежать морального и физического износа. В городе активно ведется строительство новых зданий, а старые объекты, должны быть реконструированы или быть приспособлены к новому функциональному процессу, но при сдаче зданий-памятников в аренду по низкой ставке, с каждым годом ситуация становится все хуже.

В этом случае необходима разработка мер по приспособлению зданий-памятников к новому функциональному назначению. Проблема приспособления и современного использования зданий, имеющих статус объектов культурного наследия, остро стоит практически в каждом регионе России, располагающем большим историческим и культурным наследием [1]. При приспособлении памятников к новым условиям эксплуатации должны учитываться основные принципы приспособления. К ним относятся: принцип сохранности; принцип функциональности; принцип неизменности; принцип индивидуального подхода; принцип минимальной конфликтности; принцип обеспечения условий эксплуатации; принцип экономической целесообразности. При выборе новой функции для здания-памятника все эти условия должны учитываться в комплексе.

Чтобы сохранить облик города, следует реконструировать здания-памятники, тем самым сохранив их уникальность, а также восстановить их в соответствии с актуальными требованиями нормативных документов. Иной выход снос и возведение новых объектов на этой территории. Значительная часть средств при новом строительстве уходит на покупку земельного участка, вывод объекта из статуса памятника позволит освободить землю и построить на ней востребованный объект.

В 1950-х годах на месте архиерейского конюшенного двора была построена гостиница “Тамбов”. В советское время, новое здание привлекало немало внимания и являлось одним из самых представительных в центральной части Тамбова. В 90-х годах функциональное назначение здания изменилось, из гостиницы оно стало пунктом временного проживания людей пострадавших из-за потери жилья в результате пожаров и других обстоятельств. С 2007 года гостиница “Тамбов” полностью перестала функционировать.

В 2019 году экспертиза установила, что: “Гостиница «Тамбов» имеет архитектурно-художественную ценность – здание является интересным образцом советской архитектуры. Оно обладает градостроительной ценностью, поскольку является неотъемлемым элементом застройки улицы Набережной и создаёт гармоничный архитектурный ансамбль фасадной линии улицы. Внесение его в единый государственный реестр объектов культурного наследия является обоснованным”.

Однако, с каждым годом облик здания не улучшается, наоборот, а никаких мер по его модернизации не принимается. Смена владельца, штрафы - ничто не способствует возобновлению работ по ремонту гостиницы и восстановлению его функционального назначения. Здание неоднократно подвергалось актам вандализма и служило “ночлежкой” для лиц без определенного места жительства.

Целесообразность реконструкции гостиницы оправдана не только тем, что здание является памятником архитектурного и культурного наследия г. Тамбова, а также его местом расположения и

внешней привлекательностью. Сейчас, в особом темпе развивается внутренний туризм, взаимодействие между городами в культурном и научном плане, и необходимо восстановить гостиницу для временного размещения людей. Необходимости в строительстве новых зданий на самом деле не так много, ведь можно реконструировать старые.

Предметом охраны гостиницы “Тамбов” являются:

- Объемно-пространственное построение здания и конфигурация крыши
- Плоскость и все элементы главного фасада
- Плоскость и все элементы северо-западного фасада
- Плоскость и все элементы юго-восточного фасада
- Плоскость и все элементы дворового фасада
- Ризалит, расположенный на главном фасаде
- Центральная часть ризалита, представляющая входной элемент на главном фасаде
- Световые проемы на всех фасадах здания
- Полуколонны дорического ордера в два этажа на главном фасаде
- Две крупно рустованные колонны в два этажа, которые заканчиваются ионическими капителями, входной группы на главном фасаде
- Антаблемент на главном фасаде
- Балюстрады, расположенные на главном и боковых фасадах
- Венчающий карниз ризалита
- Профилированная тяга, объединяющая световые проемы первого этажа
- Входной проем главного фасада
- Сохраненные на колоннах главного входа кованые кронштейны для светильников
- Пилон с северо-восточной стороны
- Металлические ворота с северо-восточной стороны
- Ограждение балконов на боковых и дворовом фасадах
- Вестибюль первого этажа
- Угловые колонны вестибюля первого этажа
- Вестибюль второго, третьего, четвертого и пятого этажей
- Карниз вестибюля второго, третьего, четвертого и пятого этажей
- Лепной декор, расположенный во всех частях здания

Анализируя существующее здание можно выявить, что фасады следует сохранить, поэтому требуется реставрация с сохранением должного облика, согласно предписанию. Обязательным условием приспособления памятника архитектуры должна быть недопустимость повреждения предмета его охраны. Приспособление объекта культурного наследия предполагает не только сохранение памятника и его элементов, составляющих предмет охраны, но и внесение дополнений, не искажающих, а местами дополняющих облик памятника [1].

Планировки этажей следует реконструировать согласно актуальным требованиям нормативных документов [2]. На первом этаже необходимо размещать следующие помещения: главный вход с тамбуром и вестибюлем, пост охраны и гардероб с камерой хранения, зона для отдыха и ожидания, помещения бытового обслуживания, центральная бельевая, номера для маломобильных посетителей, пожарный пост и помещения общественного питания. Кафе и буфет проектируются с холодным, горячим, кулинарным, кондитерским цехами и моечной.

На типовых этажах в соответствии с нормами располагаются номера трех типов: люкс (гостиная и спальня на 1-2 человека, полный санузел), номера I категории (комната, полный санузел), номера II категории (комната, неполный санузел), помещения поэтажного обслуживания, кладовые уборочного инвентаря.

Обследование здания установило, что фундаменты под несущими стенами не требуют усиления, однако требуется замена гидроизоляции подвального помещения. Все внутренние стены – несущие, сложены из обычного глиняного кирпича на цементно-песчаном растворе, подлежат ремонту. Перегородки следует полностью демонтировать, и установить новые в соответствии с новым объемно-планировочным решением. Одним из вариантов перегородок могут быть конструкции КНАУФВ112 (одинарный металлический каркас с двухсторонней обшивкой) – толщина перегородки 150 мм, толщина изоляционного слоя – 60 мм. Стены вспомогательных помещений должны быть оштукатурены цементно-песчаным раствором, шпательваны и окрашены водоэмульсионной краской. В номерах стены могут быть оклеены обоями или окрашены.

Проектируется скатная крыша с холодным чердаком, со стропильной системой с несущими конструкциями из древесины. Кровля выполняется из оцинкованной стали с полимерным покрытием. Утеплитель из минераловатных плит на синтетическом связующем. В здании требуется замена дере-

вянных чердачных перекрытий на перекрытия из сборных или монолитных железобетонных конструкций.

Лестница в здании выполнена из сборных железобетонных ступеней по металлическим косоурам, ограждения лестницы металлические с деревянными поручнями. Требуется ремонт ступеней, ограждения лестницы, шлифовка и покраска ступеней.

Необходима замена дверных полотен и коробок дверей. Конструктивное решение полов принимается с учетом обеспечения условий по звукоизоляции от ударного и воздушного шума с учетом функционального назначения различных помещений. Одним из вариантов конструкции пола в номерах: покрытие из штучного паркета на битумной мастике, полы в санузлах – керамическая плитка на цементно-песчаном основании, полы на лестницах и в кафе – бетонные, облицованные мраморными полированными плитами. В оставшихся общественных зонах - бетонные полы с мозаичным покрытием.

Особое внимание следует уделить декоративной отделке и облицовке колонн, одним из вариантов материала может быть применен полимерный мрамор.

Обязательно должна быть выполнена полная замена инженерного оборудования здания, так как имеющиеся инженерные системы имеют не удовлетворительное состояния.

Благоустройство территории включает устройство новых покрытий проездов, тротуаров, хозяйственных площадок, покрытий стоянок для автомобилей, а также озеленение. Озеленение следует производить с учетом обеспечения соответствующего режима инсоляции фасадов, как самого здания гостиницы, так и зданий вблизи реконструируемого объекта. Для озеленения возможно использование таких деревьев, как береза, ель, вяз, а также разнообразные кустарники.

В связи с нестабильностью рынка строительных материалов нельзя назвать точную стоимость реконструкции, потому что она будет меняться в зависимости от времени ее проведения и ценовой политики компаний [4]. Ориентировочно, сметная стоимость реконструкции гостиницы с учетом НДС на 1 квартал 2022 года составляет 8574,5 тысяч рублей.

Гостиница может вмещать до 180 человек, она расположена на улице с ограниченным движением автомобилей, поэтому акустический дискомфорт и загазованность на данной территории отсутствуют.

Улица Набережная является одной из визитных карточек города и имеет множество мест интересных для туриста: памятники архитектуры и культуры, церкви, открытые музыкальные площадки, фонтаны, лодочные причалы, детские игровые площадки. На противоположном берегу реки Цны расположен парк “Дружбы” – место, где можно с пользой провести свободное время. Велосипедные дорожки, стадион, игровые площадки, веревочный парк, а также пляж позволят отдохнуть человеку практически с любыми интересами. Поэтому расположение гостиницы на этой улице является огромным преимуществом перед другими аналогичными зданиями.

С целью сокращения срока окупаемости, вложенных в реконструкцию средств, можно восстановить ресторан на первом этаже гостиницы и принимать в нем не только постояльцев, но и других гостей. Расположенный на ул. Набережная, которая является популярным местом прогулок, как коренных жителей, так и гостей города, хороший ресторан привлекал бы много посетителей.

В настоящее время актуальность внутреннего туризма в России возросла, и люди стремятся посетить не только крупные города, но и провинциальные, в которых сохранилось большое количество зданий (общественных, гражданских, жилых), являющихся памятниками архитектуры, культуры и истории федерального и регионального значения [5]. Поэтому благоустройство городской среды, а также восстановление зданий-памятников позволит улучшить облик нашего города, и предать ему должное очарование для туристов.

Тамбов имеет большой потенциал для приема не только туристов, но и для гостей, приехавших для участия в различных спортивных соревнованиях, научных конференциях или паломничества. Поэтому восстановление гостиницы “Тамбов”, расположенной в центре города является необходимостью, чтобы поддержать облик города и создать комфортные условия для временного проживания людей.

Список использованных источников

1. Матвеева И.В. Приспособление торговых зданий – объектов культурного наследия, на примере Гостиного двора в г. Тамбове // И.В. Матвеева, И.А. Лепихова // Устойчивое развитие региона: архитектура, строительство, транспорт: 6-я международная научно-практическая конференция Института архитектуры, строительства и транспорта – Тамбов: Изд-во Першина Р.В., 2019. – С. 213-216.
2. СП 257.1325800.2016 Здания гостиниц. Правила проектирования. – М: Минстрой России, 2016.

3. 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.
4. Аленичева Е.В. К вопросу оптимизации стоимости реконструкции зданий в условиях Тамбовской области / Е.В. Аленичева, Г.В. Зеленин, О.Н. Кожухина // Устойчивое развитие региона: архитектура, строительство, транспорт: Материалы VII-й международной научно-практической конференции Института архитектуры, строительства и транспорта / ФГБОУ ВО "Тамбовский государственный технический университет". – Тамбов, Изд-во ИП Чеснокова А.В., 2020. – С. 179-184.
5. Аленичева Е.В. Проблемы реконструкции городской застройки в современных условиях / Е.В. Аленичева, И.В. Гиясова, О.Н. Кожухина // Вопросы современной науки и практики. Университет им. В.И. Вернадского №3 (65)/2017. Издательско-полиграфический центр ТГТУ. – С. 122-128.

УДК 351.853

13.61.11: Современное состояние охраны памятников истории и культуры

ПРИСПОСОБЛЕНИЕ ОБЪЕКТОВ КУЛЬТУРНОГО НАСЛЕДИЯ КАК ФАКТОР СОХРАНЕНИЯ ИСТОРИЧЕСКИХ ЦЕННОСТЕЙ

Демин Олег Борисович,

*ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», профессор кафедры
«Архитектура и градостроительство», кандидат технических наук,
Заслуженный строитель Российской Федерации,
e-mail: obdemin68@mail.ru*

Ситникова Татьяна Олеговна,

*ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет»,
магистрант
e-mail: sitnikova.tatiana06@yandex.ru*

Любая страна в мире богата многими ресурсами, такими как природные, научные, экономические. Но самым масштабным ресурсом можно считать историю. Именно она объединяет совокупность всех ресурсов, имеющихся во всем мире.

История государства - это неотъемлемая часть жизни человечества, которую необходимо чтить, развивать, помнить и что еще более важно - сохранять. Человек, не знающий, не ценящий историю и культуру своей страны - это человек без будущего.

Исторические ценности нашей страны включают в себя богатый спектр областей: природа, искусство, кинематограф, наука, литература, материальное культурное наследие. К последнему можно отнести именно объекты культурного наследия, представляющие собой здания, комплексы, имеющие историческую ценность. Как показывает время, человек способен сохранять свою культуру, перечитывая любимые старые книги, пересматривая историческое кино, посещая выставки известных художников, так как все это подвластно возможности не утратить существование этих источников культурного воспитания. Чего не скажешь об объектах культурного наследия...

Понятия «сохранение», «приспособление» объектов культурного наследия обретают все большую актуальность для нашей страны и необходимость в реализации, так как время не щадит объекты материальной ценности (Рисунок 1).

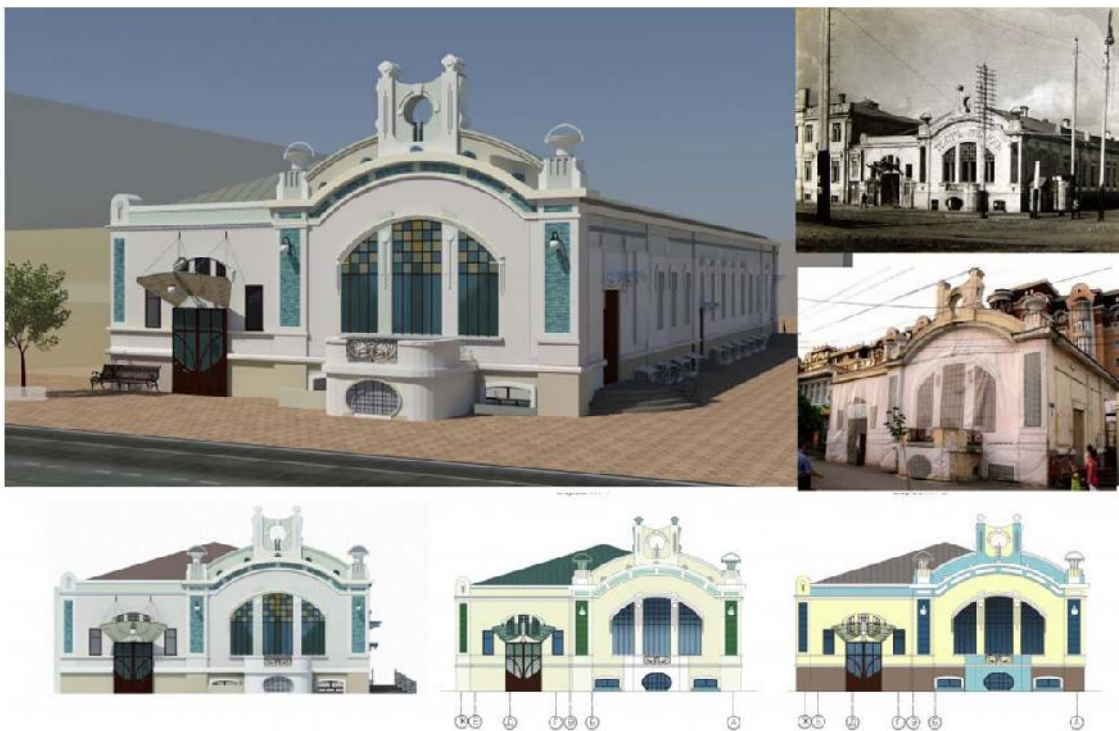


Рисунок 1 - Реставрация и приспособление объекта культурного наследия, здание кинотеатра

Законодательная структура данного вопроса долгое время подвергалась изменениям. Так, в Законе РСФСР от 15.12.1978 «Об охране и использовании памятников истории и культуры», происходили многочисленные дополнения, исключения и полномочия. На смену ему приходился внесенный в Госдуму в середине 1990-х гг. проект Федерального закона РФ «Об охране и использовании памятников истории и культуры», который вызвал массу возражений, разногласий, и впоследствии был отозван в 1996 году. Далее, спустя лишь шесть лет, был принят Законопроект 73-ФЗ от 25 июня 2002 года. Несмотря на то, что законодательная база в области охраны объектов культурного наследия окончательно утвердилась 20 лет назад, она все еще претерпевает многочисленные изменения, нюансы в практике, с которыми приходится сталкиваться работникам органов охраны объектов культурного наследия (Рисунок 2).

Приспособление памятников к современному использованию — прежде всего средство их сохранения. Поэтому обязательным условием приспособления должно быть абсолютное уважение к приспособляемому памятнику, недопустимость его повреждения. Должно выполняться требование физической сохранности памятника, особенно сохранности всех ценных в художественном или историческом отношении элементов. Понятие физической сохранности включает в себя и создание условий эксплуатации, максимально обеспечивающих противодействие разрушительному влиянию времени. Помимо физической сохранности необходимо обеспечить сохранение условий восприятия памятника, не допуская не только искажения его внешнего вида, но и искажения внутреннего пространства. Это должно учитываться при распределении помещений по их функциональному назначению. Уважение к памятнику должно проявляться не только в выборе функции, соответствующей его культурно-историческому значению, но и при определении назначения отдельных его частей, которое должно учитывать их относительную художественную ценность и функциональную роль в прошлом. Так, особое отношение должно проявляться к зданиям, имеющим мемориальное значение, в частности, к культовым зданиям. Наиболее распространенным примером использования исторических культовых зданий является музеефикация, [2]. Также можно включить в пример приспособление объектов культурного наследия под административные здания, что дает возможность разместить различные сферы жизнедеятельности, рабочих мест человека в помещениях исторических зданий.

Список использованных источников

1. Шумилкина Т. В. Практика современного сохранения и использования культовых построек [Текст]: монография /Т. В. Шумилкина, С. М. Шумилкин, В. Е. Блинова; Нижегород. гос. архитектур.- строит. ун-т – Нижний Новгород: ННГАСУ, 2020. – 131 с
2. Кедринский, А.А. Основы реставрации памятников архитектуры /А.А. Кедринский. - Москва: Изобр. искусство, 1999. - 184 с.

УДК 351.853

13.61.11: Современное состояние охраны памятников истории и культуры

МЕТОДЫ ПРИСПОСОБЛЕНИЯ ОБЪЕКТА КУЛЬТУРНОГО НАСЛЕДИЯ ДЛЯ СОВРЕМЕННОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

Демин Олег Борисович,

*ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», профессор кафедры
«Архитектура и градостроительство», кандидат технических наук,
Заслуженный строитель Российской Федерации,
e-mail: obdemin68@mail.ru*

Ситникова Татьяна Олеговна,

*ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет»,
магистрант
e-mail: sitnikova.tatiana06@yandex.ru*

План мероприятий, обеспечивающих проведение комплексных научных исследований на объекте культурного наследия, с целью дальнейшего приспособления поздних пристроек к историческому объему памятника для современного использования представляет собой:

1. Визуальный осмотр и фотофиксация объекта;
2. Проведение исследований в виде зондажей и вскрытий конструкций;
3. Выполнение дополнительных историко-архивных и библиографических исследований;
4. Проведение исследований по объемным параметрам, анализ изменения объекта во времени в сравнении с архивными данными.

Объектом инструментально-технического обследования являются несущие и ограждающие строительные конструкции здания – объекта культурного наследия регионального значения «Здание административное», расположенного по адресу: Тамбовская обл., г. Мичуринск, ул. Советская, д. 292.

В качестве задачи натурного обследования конструкций ставился сбор необходимых данных для оценки технического состояния.

По результатам визуального осмотра конструкций и отдельных конструктивных элементов были определены степень и характер повреждений, влияние качественных и количественных параметров выявленных дефектов и повреждений на несущую способность и устойчивость обследуемых конструкций.

Визуальный осмотр сопровождался фотофиксацией дефектов и повреждений. В процессе работы проводились:

- освидетельствование несущих строительных конструкций;
- выявление дефектов и повреждений строительных конструкций;
- фотофиксация основных дефектов и повреждений.

На основании визуально-инструментального обследования дано заключение о техническом состоянии несущих строительных конструкций здания с разработкой рекомендаций по дальнейшей безопасной эксплуатации и возможности приспособления под современное использование.

В настоящее время здание эксплуатируется муниципальным бюджетным образовательным учреждением дополнительного образования «Мичуринской хореографической школой». Поскольку подвальное помещение находится в работоспособном состоянии, предлагается выполнить ряд мероприятий по очистке подвального помещения от строительного мусора и использовать их под складские помещения и раздевалки для детей. Необходимо открыть приямки для естественного освещения и вентиляции помещений. Лестницы и отделку помещений привести в соответствие с противопожарными нормами. Чердачное пространство освободить от мусора. Кровельное покрытие заменить на оцинкованную сталь с водоотведением от стен здания. Приспособить дворовые пристройки под современное использование для нужд хореографической школы согласно действующих нормативных документов.

Краткое историческое и архитектурное описание объекта исследований:

Объект культурного наследия «Здание административное» находится в центре города Мичуринска на пересечении улиц Советской и Революционной, в районе так называемого «Регулярного города».

Город основан в 1636 г. как крепость Белгородской засечной черты для защиты юго-восточных границ Российского государства. Укрепление сооружено на высоком холме, где находился стан первого русского поселенца этих мест Семена Козлова. По судоходной тогда реке отправлялся хлеб и порох для казаков. Пётр I строил здесь военные суда. Сам город был разделен на девять слобод: Стрелецкую, Разночинскую, Подгорную, Малороссийскую, Старческую, Сторожевую, Пушкарскую, Покровскую и Ямскую.

В 1708 г. Козлов приписан к Азовской губернии, в 1719 г.— к Тамбовской провинции. С 1779 г. стал уездным городом Тамбовского наместничества (с 1796 г.— губернии).

26 февраля 1782 года императрицей Екатериной II был утвержден план города Козлова, после чего центральная часть города получила такой вид, который мы видим до сих пор (с небольшими изменениями). Город начал меть ясно обозначенные улицы и площади.

До последней четверти XIX в. город был застроен в основном деревянными домами. Массовое каменное строительство в Козлове началось после печально известного пожара 1865 года, когда выгорело более 2/3 деревянных зданий, расположенных в центральной части города. К концу XIX- началу XX веков сложился архитектурный облик Козлова, сохранившийся во многом до настоящего времени.

Город был застроен в основном деревянными домами, возвышавшимися на правом берегу р. Лесной Воронеж, которая, сливаясь немного ниже с Польшым Воронежем, образовывала р. Воронеж. Сейчас это совсем иной город. Изменивший название в 1932 г., он изменил и свой образ жизни, став вторым по объему промышленного производства после областного центра. Здесь до 2000 года сложился центр металлообработки и машиностроения, легкой и пищевой промышленности. Предприятия города ремонтировали паровозы, автомобили. Изготавливали четыре из пяти сделанных в стране поршневых колец для двигателей, производили автоприцепы. Были также мясной и овощеконсервный комбинаты, ткацкая и швейная фабрики.



Рисунок 1 - План города Козлова 1832 года

Архитектурно-художественный и типологический анализ объекта культурного наследия:

«Здание административное» является неотъемлемым элементом городской застройки, связанной с жизнью известных общественных деятелей и благотворителей города Мичуринска. Здание сохранило подлинные черты конца XIX – начала XX веков.

До настоящего времени сохранилась историческая пространственно-планировочная схема, свойственная историческим городским зданиям Мичуринска, таким как «Административное здание» (ул. Советская, 327), «Дом жилой с магазином» (Советская, 290). С северо-запада находятся: «Дом жилой» (ул. Революционная, 66), «Дом жилой» (ул. Революционная, 64), с юго-востока - «Здание общественного назначения» (ул. Советская, 294), «Комплекс застройки улицы» (ул. Советская, 296, 298, 339 (ранее 337)), с востока расположено «Здание торговое» (ул. Советская, 335).

Северо-западнее от Объекта культурного наследия расположено диссонирующее здание (№292а по ул. Советской).

Здание в стиле эклектики с элементами классицизма, двухэтажное с подвалом и холодным чердаком. Здание прямоугольное в плане, выполнено из керамического кирпича на сложном растворе под вальмовой крышей. Покрыто железом с последующей окраской. Главный фасад завершен аттиком. На пересечении улиц Советской и Революционной возвышается усеченный башенообразный четверик. Выступы боковых сторон четверика увенчаны фронтонами с круглыми окнами чердака-люкарнами. Точной даты постройки и автор проекта не известны. В настоящее время здание принадлежит муниципальному бюджетному образовательному учреждению дополнительного образования «Мичуринская хореографическая школа». С дворового фасада здания имеются поздние пристройки, не представляющие исторической ценности.

Вывод: объект культурного наследия «Здание административное» является характерным примером застройки Мичуринска XIX века, неотъемлемым градостроительным элементом подлинной исторической застройки улицы Советской, играет важную роль в сохранении исторических панорам городской среды Мичуринска.



Рисунок 2 - Объект культурного наследия регионального значения «Здание административное», боковой фасад

Основная задача проекта воссоздать облик исторического объема здания с учетом данных историко-архивных и библиографических исследований, провести ремонт и усиление строительных конструкций, выполнить замену отделочных материалов. Осуществить приспособление дворовых пристроек в соответствии с действующими нормами.

Перечень производимых работ на объекте культурного наследия:

1. Предусмотреть демонтаж с фасадов крючьев и неиспользуемых кабелей.
2. Предусмотреть очистку поверхностей фасадов от «бухтящих» штукатурных и окрасочных наслоений.
3. Выполнить демонтаж кровли здания из металлических листов.
4. Выполнить демонтаж деревянного чердачного перекрытия с утеплителем из шлака.
5. Выполнить демонтаж кирпичных перегородок с облицовкой.
6. Выполнить демонтаж деревянных полов.
7. Произвести разборку кладки ранее заложенных оконных проемов и восстановление приемков с главных фасадов по ул. Советской и Революционной, для естественной вентиляции подвальных помещений.
8. Произвести усиление фундаментов исторической части здания.
9. Выполнить устройство вертикальной гидроизоляции и отмостки вокруг здания.
10. Выполнить устройство приемков.
11. Произвести воссоздание отделки фасадов в соответствии с новой разработанной проектной документацией по сохранности объекта культурного наследия. Дверное полотно должно быть выполнено из твердых пород дерева.
12. Выполнить устройство монолитного перекрытия над подвальным этажом.
13. Произвести замену части чердачного перекрытия на металлическое с деревянным заполнением.
14. Выполнить зачеканку трещин с шириной раскрытия 5-10 мм известковым раствором методом инъектирования.
15. Выполнить переборку участка кладки венчающего карниза на глубину 250 мм один ряд (120 мм) по высоте.
16. Выполнить реставрацию и воссоздание частично утраченных лучковых перемычек главного фасада методом вычинки и докомпановки.
17. Произвести восстановление столбиков над венчающим карнизом в соответствии с архивными данными, а также применяется металлическое ограждение кровли в классическом стиле.
18. Произвести замену заполнений оконных проемов с сохранением существующих габаритов. Оконные заполнения выполняются деревянными, расстекловка должна соответствовать проектному решению.
19. Выполнить монтаж деревянных конструкций кровли в соответствии с историческими данными.
20. Выполнить монтаж покрытия крыши из оцинкованной кровельной стали толщиной 0,5 мм (ГОСТ14918-80*) и обрешетки.
21. Выполнить устройство системы водоотвода с крыши.

22. Проектным решением предусмотрено увеличение площадей за счет надстройки дворовой пристройки, которая не является предметом охраны и воссоздание исторического облика здания на основании выявленных сведений из историко-архивных изысканий. Высота конька проектируемого объема визуально не доминирует и позволяет сохранить соподчиненность основному объему здания.

23. Произвести работы по организации второго противопожарного выхода во внутренне пространство двора.

24. Выполнить реставрационные работы деталей фасада с восстановлением утраченных элементов.

25. Предусмотреть штукатурку наружных и внутренних откосов проемов.

26. Выполнить устройство козырька над входами во дворе.

27. Окраску фасадов выполнять фасадной краской на основе извести "РУНИТ" ТУ 5744-006-69190652-2011.

28. Выполнить монтаж новых систем отопления, вентиляции, электроснабжения, видеонаблюдения, пожарной и охранной сигнализации.

29. Предусмотреть устройство молниезащиты из арматуры Ø8 А240.

30. Произвести обработку всех деревянных элементов огнебиозащитным составом Пирилакс-Prime (ТУ 2499-029-24505934-05) для достижения I-ой группы огнезащитной эффективности.

31. Выполнить работы по монтажу ограждения кровли и устройству снегозадержателей.

32. Для безопасной эксплуатации кровли в зимний период рекомендуется выполнить монтаж системы антиобледенения.



Рисунок 3 - Объект культурного наследия регионального значения «Здание административное», общий вид

В результате проведенных исследований выявлено, что исторически подлинные материалы здания сохранились стены главного и боковых фасадов со всеми архитектурными деталями, сводчатое перекрытие над левой части подвальных помещений и своды Монье на перекрытии второго этажа левой части.

В связи с тем, что в результате работы инженерного обследования выявилось нарушения по пожарным нормам лестницы и лестничных маршей, необходимо произвести работы по организации и возведения строительных конструкций в соответствии с нормами. В подвальных помещениях здания необходимо очистить полы от строительного мусора и грунта в целях проведения работ по гидроизоляции фундаментов и открывания приемком для естественного освещения и вентиляции [1].

Список использованных источников

1. Научно проектная документация ООО «Ника Арт» Приспособление для современного использования, в том числе позднейших пристроек к историческому объему здания, включая реставрацию представленных собой историко-культурную ценность элементов объекта культурного наследия - объекта культурного наследия регионального значения «Здание административное», расположенного по адресу: Тамбовская обл., г. Мичуринск, ул. Советская, д. 292. Раздел 1. Комплексные научные исследования. Историко-архитектурные натурные исследования. (Дог.№92/НПД-2.3-НИЗ); Раздел 2. Приспособление для современного использования, в том числе позднейших пристроек к историческому объему здания, включая реставрацию представляющих собой историко-культурную ценность элементов объекта культурного наследия -

объекта культурного наследия регионального значения «Здание административное», расположенного по адресу: Тамбовская обл., г. Мичуринск, ул. Советская, д. 292. Комплексные научные исследования Дог.№92/НПД-2; Раздел 3.1 Приспособление для современного использования, в том числе позднейших пристроек к историческому объему здания, включая реставрацию представляющих собой историко-культурную ценность элементов объекта культурного наследия объекта культурного наследия регионального значения «Здание административное», расположенного по адресу: Тамбовская обл., г. Мичуринск, ул. Советская, д. 292. Эскизный проект Приспособление для современного использования Дог.№92/НПД-3.1.

УДК 351.853

13.61.11: Современное состояние охраны памятников истории и культуры

ПРИСПОСОБЛЕНИЕ ОБЪЕКТОВ КУЛЬТУРНОГО НАСЛЕДИЯ ДЛЯ СОВРЕМЕННОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ. ОПЫТ, ПРИМЕРЫ, ПРОБЛЕМЫ

Демин Олег Борисович,

*ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», профессор кафедры «Архитектура и градостроительство», кандидат технических наук,
Заслуженный строитель Российской Федерации,
e-mail: obdemin68@mail.ru*

Юрина Наталия Владимировна,

*ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет»,
магистрант кафедры «Архитектура и градостроительство»
e-mail: unv@tam.tambov.gov.ru*

Понятие «сохранение объекта культурного наследия» установлено Федеральным законом №73-ФЗ (ст. 40) и подразумевает меры, направленные на обеспечение физической сохранности и сохранение историко-культурной ценности объекта культурного наследия, предусматривающие консервацию, ремонт, реставрацию, приспособление объекта культурного наследия для современного использования и включающие в себя научно-исследовательские, изыскательские, проектные и производственные работы, научное руководство проведением работ по сохранению объекта культурного наследия, технический и авторский надзор за проведением этих работ [1].

В ст. 44 Федерального закона №73-ФЗ определено, что приспособлением объекта культурного наследия для современного использования являются научно-исследовательские, проектные и производственные работы, проводимые в целях создания условий для современного использования объекта культурного наследия, включая реставрацию представляющих собой историко-культурную ценность элементов объекта культурного наследия.

Собственник или иной законный владелец объекта культурного наследия не вправе проводить работы, изменяющие предмет охраны либо ухудшающие условия, необходимые для сохранности объекта культурного наследия, а в случае если предмет охраны объекта культурного наследия не определен - работы, изменяющие облик, объемно-планировочные и конструктивные решения и структуры, интерьер выявленного объекта культурного наследия, объекта культурного наследия, включенного в реестр [1].

На наш взгляд, приспособление объектов культурного наследия для современного использования является достаточно эффективным способом их сохранения и может включать в себя и ремонтные, и реставрационные работы.

Ввиду того, что значительная часть объектов культурного наследия находится в неудовлетворительном состоянии, именно приспособление культурного наследия для современного использования может дать вторую жизнь таким объектам.

На практике существует множество вариантов приспособления объектов культурного наследия для современного использования, которое позволяет сохранить культурно-историческую ценность и потенциал объекта, а также сделать его использование и эксплуатацию экономически выгодными.

Рассмотрим ряд примеров приспособления для современного использования объектов культурного наследия на территории Тамбовской области.

1. Объект культурного наследия регионального значения «Дом жилой» (г. Тамбов, ул. Лермонтовская, 26)

Данный объект связан с именем Ивана Михайловича Потапова – врача, общественного деятеля, городского головы. Проект приспособления указанного объекта для современного использования интересен еще и тем, что является примером приобретения объекта культурного наследия, находящегося в аварийном состоянии, частным инвестором для дальнейшего использования под социально-значимые цели – создание частного музея истории г. Тамбова.

Объект культурного наследия представляет собой двухэтажный деревянный особняк с бревенчатыми стенами, обложенными глиняным кирпичом. Практика проведения работ по сохранению объектов культурного наследия показывает, что здания с данной конструктивной схемой очень сложны в проведении реставрационных работ. Как правило, плохо вентилируемые несущие бревенчатые конструкции стен, находящиеся за кирпичной облицовкой, подвергаются глубоким поражениям, и восстановить деревянные конструкции стен без разборки кирпичной облицовки, являющейся предметом охраны объекта, не представляется возможным.

В результате инструментально-технического обследования установлено аварийное техническое состояние основных несущих и ограждающих конструкций здания.

Тем не менее, проектной организацией было найдено техническое решение сохранения кирпичного фасада с разбором пришедших в негодность бревенчатых стен. Проектом предусматривается приспособление здания под музей, категории V (посещаемость в год не превышает 20 тыс. чел.)

Принятые планировочные решения учитывают изначальную планировочную структуру памятника и не искажают его облик. Ввиду того, что внутренние стены находятся в аварийном состоянии, не способны нести нагрузку для приспособления под современное использование и не могут быть укреплены – они разбираются. Так как внутренняя планировка не является предметом охраны, то принимается новое планировочное решение согласно функциональному назначению здания [2].

Проектом предусмотрено увеличение площади и объёма здания за счёт освоения подземного пространства. Разработанная проектная документация получила положительное заключение историко-культурной экспертизы, а также государственной экспертизы в соответствии с требованиями Градостроительного кодекса Российской Федерации и согласована органом охраны объектов культурного наследия.

2. Объект культурного наследия федерального значения «Усадьба «Караул», в которой в 1872 г. родился и жил нарком иностранных дел Чичерин Георгий Васильевич» (Тамбовская обл., Инжавинский р-н, с. Караул)

Указанный объект является масштабным историко-архитектурным комплексом. Территория усадьбы Чичериных входит в зону особо охраняемых природных территорий федерального значения с площадью более 300 тыс. кв.м.

Доминантами усадьбы являлись главный дом и церковь. Дом представлял собой кирпично-деревянное оштукатуренное 3-хэтажное строение в английском коттеджном стиле. С юго-восточной стороны к нему примыкала каменная терраса. Общая площадь дома составляла более 1500 метров. Территориально усадьба была разделена на регулярный парк (вокруг главного дома), плодовый сад и пейзажный парк.

Именно в этой усадьбе в 1872 году родился будущий нарком иностранных дел Г. В. Чичерин и провел в ней детские и юношеские годы.

В 1918 году Всероссийская коллегия по делам музеев, благодаря протекции Г. В. Чичерина, взяла усадьбу под особую охрану. В марте 1922 года было решено разместить здесь детскую колонию, школу и показательное хозяйство с аграрным уклоном, а затем – детский дом.

В 1927 году усадьбу сняли с охраны. Книжное собрание Чичериных практически полностью вошло в фонды библиотеки им. Ленина. Коллекцию живописи, мебель и фарфор перевезли в губернский музей Тамбова, другие предметы искусства — в музеи Москвы и Ленинграда.

В 1993 году детский дом перевели в построенное на территории усадьбы новое здание. Здание осталось без охраны, подвергалось разрушению. В 1996 году в пустом полуразрушенном здании произошел пожар, в результате которого остался только каменный подвал.

В период с 2016 по 2018 гг. на объектах усадьбы – Главном доме и Церкви Святой Троицы, выполнены ремонтно-реставрационные работы.

На момент начала работ Главный дом усадьбы был фактически утрачен. Сохранилась подвальная и цокольная часть здания, выполненная из глиняного кирпича, и стены кирпичной оранжереи. В целях безопасной эксплуатации объекта, а также дальнейшего современного использования под культурно-образовательные цели проектировщиками было принято решение выполнить основные утраченные несущие конструкции здания из железобетона. При этом сохраняется визуальное восприятие объекта, который будучи оштукатуренным, воспринимался как каменное здание [3].

В настоящее время по Главному дому завершены работы по реставрации и восстановлению основных несущих конструкций объекта: фундаментов, внутренних и наружных стен, крыши и кровли. Проектом приспособления предлагается подвальные помещения выделить для электро- и теплового пункта, размещения хозяйственного инвентаря, для проведения образовательных мероприятий и экспозиции. Первый этаж предлагается для выставочных помещений, конференц-зала, сувенирных магазинов. Планируется обустройство лифта для маломобильных групп населения, для детей и взрослых из постоянно действующего реабилитационного физкультурно-оздоровительного центра, расположенного в с. Караул. Именно эти дети станут основными пользователями Главного дома. Третий этаж приспособляется для административных помещений, а также помещений для проведения мастер-классов по музыке, рисованию, прикладному искусству и др. [3].

На здании Церкви Святой Троицы проведены основные строительные работы: укреплены фундаменты, восстановлены стены и своды, конструкции крыши, восстановлен второй ярус колокольни.

Вместе с тем, завершение работ по Главному дому усадьбы невозможно без строительства сетей инженерной инфраструктуры к объектам усадьбы. Не охвачены пока работами по реставрации и приспособлению еще два строения, входящие в состав усадьбы – Хозяйственный двор и Гостевой флигель. Также необходима разработка проектной документации по воссозданию элементов благоустройства, регенерации исторического парка.

3. Объект культурного наследия регионального значения «Бывшая усадьба фабриканта Асеева» (г. Рассказово, ул. Совхозная,1)

В 2018 году принято решение о передаче в пользование ТОГАУК «Историко - культурный музейный комплекс «Усадьба Асеевых» памятника, связанного с семьей Асеевых – рассказовской усадьбы Василия Тихоновича Асеева. Данный комплекс во многом созвучен с Тамбовской усадьбой.

Степень утрат исторического архитектурного облика объекта до проведения работ по его сохранению была катастрофичной.

В советское время в нем размещались различного рода учреждения, не имевшие возможность сохранять дом в первоначальном виде. Проводившиеся в 1980-е годы реставрационные работы не были закончены. К началу 2000-х годов здание находилось в аварийном состоянии.

Восстановление усадьбы началось в 2011 году. Заказчиком работ выступило Министерство культуры Российской Федерации. Восстановить полностью уникальные и разностилевые интерьеры объекта удалось благодаря сохранившейся подробной фотофиксации. Восстановлено историческое архитектурное убранство фасадов. Проведены также работы по реставрации исторического ограждения, благоустройству территории, восстановлению фонтанов, установке малых архитектурных форм и объектов инженерной инфраструктуры [4].

В настоящее время требуется проведение работ по сохранению объектов, входящих в состав усадьбы и находящихся в неудовлетворительном состоянии. Это здание водонапорной башни, трактованной архитектором в стилистике крепостного сооружения, здание конюшни и манежа. Указанные объекты находятся в частной собственности. В настоящее время принимаются меры по передаче указанных строений в государственную собственность, для последующей реставрации и приспособления в целях использования в составе музейно-исторического комплекса.

Список использованных источников

1. Федеральный закон от 25.06.2002 №73-ФЗ (ред. от 21.12.2021) "Об объектах культурного наследия (памятниках истории и культуры) народов Российской Федерации". URL: <http://www.consultant.ru> (дата обращения 20.03.2022).
2. Научно-проектная документация по сохранению объекта культурного наследия регионального значения «Дом жилой» по адресу: г. Тамбов, ул. Лермонтовская, 26, ООО «Дизайн-проект», Тамбов. 2018.
3. Научно-проектная документация «Объект культурного наследия федерального значения «Усадьба «Караул», в которой в 1872 г. родился и жил нарком иностранных дел Чичерин Георгий Васильевич» (Тамбовская обл., Инжавинский р-н, с. Караул), ООО «Реставрационный проект», Москва, 2015.
4. Научно-проектная документация «Объект культурного наследия регионального значения «Бывшая усадьба фабриканта Асеева» (г. Рассказово, ул. Совхозная,1)», ООО «Специальная научная реставрационная проектно-производственная мастерская», Москва, 2011.

ОСНОВНЫЕ ИНСТРУМЕНТЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ СОХРАННОСТИ ОБЪЕКТОВ КУЛЬТУРНОГО НАСЛЕДИЯ

Демин Олег Борисович,

*ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», профессор кафедры
«Архитектура и градостроительство», кандидат технических наук,
Заслуженный строитель Российской Федерации,
e-mail: obdemin68@mail.ru*

Юрина Наталия Владимировна,

*ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет»,
магистрант кафедры «Архитектура и градостроительство»
e-mail: unv@tam.tambov.gov.ru*

Действующее законодательство в области охраны объектов культурного наследия содержит ряд эффективных инструментов, обеспечивающих сохранность объектов культурного наследия.

В частности, к таким инструментам можно отнести утверждение границ территории, а также установление защитных зон и зон охраны объектов культурного наследия.

Понятия «территория и граница территории объекта культурного наследия» были введены законом в 2014 году. Вместе с данными понятиями были установлены требования об ограничении градостроительной деятельности в границах территорий объектов культурного наследия в зависимости от их видовой принадлежности. В частности, именно данным нововведением установлен запрет на строительство объектов капитального строительства и увеличение объемно-пространственных характеристик существующих на территории памятника или ансамбля объектов капитального строительства, проведение земляных, строительных, мелиоративных и иных работ, за исключением работ по сохранению объекта культурного наследия или его отдельных элементов, сохранению историко-градостроительной или природной среды объекта культурного наследия [1].

При этом на территории любых объектов культурного наследия разрешается ведение хозяйственной деятельности, не противоречащей требованиям обеспечения сохранности объекта культурного наследия и позволяющей обеспечить функционирование объекта культурного наследия в современных условиях.

Границы территории объектов культурного наследия утверждаются на основании проектов границ территорий объектов культурного наследия, разработанных в соответствии с приказом Минкультуры России от 04.06.2015 № 1745.

Данная работа также ведется органами охраны в рамках выполнения Поручения Президента РФ от 20.08.2012 № Пр-2217 по обеспечению установления границ территорий и зон охраны объектов культурного наследия, а также соблюдения правового режима земель на указанных территориях.

За период с 2016 по 2021 гг. на территории Тамбовской области утверждены границы территорий и режимы использования земельных участков в границах территорий 378 объектов культурного наследия, включенных в единый государственный реестр объектов культурного наследия (памятников истории и культуры) народов Российской Федерации (Реестр).

Кроме того, земельные участки в границах территорий объектов культурного наследия, включенных в Реестр, а также в границах территорий выявленных объектов культурного наследия относятся к землям историко-культурного назначения, правовой режим которых регулируется земельным законодательством Российской Федерации и Федеральным законом № 73-ФЗ.

Таким образом, устанавливаемый в границах территорий объектов культурного наследия режим использования территории, а также требования к осуществлению деятельности в границах территории таких объектов способствуют обеспечению их сохранности и защите от неблагоприятного воздействия [1].

Следующей мерой защиты объектов культурного наследия является

установление защитных зон на территориях, прилегающих к включенным в Реестр памятникам и ансамблям. Защитные зоны являются временной мерой и прекращают существование со дня внесения в Единый государственный реестр недвижимости сведений о зонах охраны таких объектов культурного наследия, установленных в соответствии с Федеральным законом № 73-ФЗ.

Правовой режим защитных зон обеспечивает сохранность самого объекта культурного наследия, композиционно-видовых связей (панорам) путем запрета строительства объектов капитального

строительства и их реконструкции, связанной с изменением их параметров (высоты, количества этажей, площади), за исключением строительства и реконструкции линейных объектов.

Другим действенным инструментом обеспечения сохранности объекта культурного наследия в его исторической среде является установление на сопряженной с ним территории зон охраны.

Первое упоминание об «охранной зоне» встречается в Положении об охране памятников культуры, утвержденном постановлением Совета Министров СССР от 14.10.1948 № 3898. В Положении указано, что «Ремонтно-восстановительные и реставрационные работы, а также научно-исследовательские работы, связанные с зондажами архитектурных памятников или производством земляных работ, и раскопки в пределах охранных зон могут производиться только по разрешению Комитета по делам архитектуры при Совете Министров СССР.

Археологические раскопки в пределах охранных зон производятся по "Открытому листу" на право археологических раскопок, выдаваемому в порядке, указанном в ст. 24 настоящего Положения, но с обязательным подтверждением его Комитетом по делам архитектуры при Совете Министров СССР специальным разрешением.» [2].

Другим правовым актом, где упоминаются охранные зоны памятников, является постановление Совета Министров РСФСР от 24.05.1966 № 473 «О состоянии и мерах улучшения охраны памятников истории и культуры в РСФСР». Согласно требованиям данного постановления Советы Министров автономных республик, крайисполкомы, облисполкомы обязаны были определить охранные зоны мест, связанных с революционными выступлениями рабочего класса, наиболее крупными сражениями Советской Армии, расположениями партизанских отрядов в годы Гражданской и Великой Отечественной войн, а также установить охранные зоны выдающихся памятников, разработать и утвердить положение о режиме их содержания [3].

В 1976 году принимается Закон СССР от 29.10.1976 N 4692-IX «Об охране и использовании памятников истории и культуры», в соответствии с которым порядок установления охранных зон, зон регулирования застройки и зон охраняемого природного ландшафта, устанавливаемых в целях обеспечения охраны памятников истории и культуры, определялся законодательством Союза ССР и союзных республик. В пределах указанных зон запрещалось производство земляных, строительных и других работ, а также хозяйственная деятельность без разрешения соответствующих органов охраны памятников Союза ССР или союзной республики [4].

В соответствии с Законом РСФСР от 15.12.1978 года «Об охране и использовании памятников истории и культуры» зоны охраны памятников республиканского и местного значения устанавливались Советами Министров автономных республик, исполнительными комитетами краевых, областных, Московского и Ленинградского городских Советов народных депутатов по согласованию с Министерством культуры РСФСР и Всероссийским обществом охраны памятников истории и культуры [5].

В 80-е гг. XX в. вопрос установления зон охраны недвижимых памятников истории и культуры регулировался Постановлением Совмина СССР от 16.09.1982 № 865 «Об утверждении Положения об охране и использовании памятников истории и культуры», а также приказом Министерства культуры СССР от 13.05.1986 № 203 «Об утверждении Инструкции о порядке учета, обеспечения сохранности, содержания, использования и реставрации недвижимых памятников истории и культуры».

Первым отдельным нормативным правовым актом, которым устанавливались основные требования к определению границ, режима содержания и использования зон охраны недвижимых памятников истории и культуры, а также определялся состав проектов зон охраны, порядок их разработки, рассмотрения и утверждения, стала Инструкция по организации зон охраны недвижимых памятников истории и культуры СССР, утвержденная приказом Минкультуры СССР от 24.01.1986 № 33 [6].

Современный порядок разработки, согласования и утверждения проекта зон охраны, проекта объединенной зоны охраны объектов культурного наследия, а также требования к режимам использования земель и общие принципы установления требований к градостроительным регламентам в границах территорий указанных зон установлены Положением о зонах охраны объектов культурного наследия (памятников истории и культуры) народов Российской Федерации, утвержденным Постановлением Правительства Российской Федерации от 12.09.2015 № 972 (Постановление № 972).

Постановление № 972 содержит требование о необходимости разработки и установления зон охраны объектов культурного наследия с обозначением границ зон охраны и координат характерных точек таких границ, которые позволяют однозначно определить границы зон охраны с нормативным значением точности, предусмотренным для ведения государственного кадастра недвижимости [7].

В отношении исторической части города Тамбова региональным органом охраны разработаны и утверждены две объединенных зоны охраны объектов культурного наследия, направленных на обеспечение сохранности объектов федерального значения и объектов культурного наследия регионального значения,

расположенных в центральной части города. По состоянию на 01.01.2022 в Тамбовской области обеспечены зонами охраны 141 объект культурного наследия, включенный в Реестр.

Единственным пробелом в законодательстве в области охраны объектов культурного наследия, на наш взгляд, является отсутствие четкой нормы о необходимости либо об отсутствии необходимости разработки проектов зон охраны в отношении такого вида объектов культурного наследия как достопримечательные места.

Согласно нормам Федерального закона № 73-ФЗ в границах территории достопримечательного места устанавливаются требования к осуществлению деятельности и требования к градостроительному регламенту в границах территории достопримечательного места, включая требования к видам разрешенного использования земельных участков, к хозяйственной деятельности на земельных участках в границах территории достопримечательного места. Указанные требования учитываются в документах территориального планирования, градостроительных регламентах, устанавливаемых правилами землепользования и застройки муниципальных образований. Такие требования обеспечивают условия, необходимые и достаточные для сохранения объектов культурного наследия, расположенных в границах территории достопримечательного места, а также предотвращения ухудшения их состояния и по степени строгости не уступают зонам охраны.

В этой связи, целесообразно внести изменение в законодательство в области охраны объектов культурного наследия в части введения нормы, согласно которой не требуется разработка и установление зон охраны в отношении достопримечательных мест. Данное нововведение будет способствовать экономии и более эффективному использованию бюджетных денежных средств на мероприятия по государственной охране объектов культурного наследия.

Список использованных источников

1. Федеральный закон от 25.06.2002 №73-ФЗ (ред. от 21.12.2021) «Об объектах культурного наследия (памятниках истории и культуры) народов Российской Федерации». URL: <http://www.consultant.ru> (дата обращения 20.03.2022).
2. Постановление Совета Министров СССР от 14.10.1948 № 3898 «О мерах улучшения охраны памятников культуры». URL: <http://www.consultant.ru> (дата обращения 03.04.2022).
3. Постановление Совета Министров РСФСР от 24.05.1966 № 473 «О состоянии и мерах улучшения охраны памятников истории и культуры в РСФСР». URL: <http://www.consultant.ru>.
4. Закон СССР от 29.10.1976 № 4692-IX «Об охране и использовании памятников истории и культуры». URL: <http://www.consultant.ru> (дата обращения 05.04.2022).
5. Закон РСФСР от 15.12.1978 года «Об охране и использовании памятников истории и культуры». URL: <http://www.consultant.ru> (дата обращения 05.04.2022).
6. Приказ Минкультуры СССР от 24.01.1986 № 33 "Об утверждении «Инструкции по организации зон охраны недвижимых памятников истории и культуры СССР». URL: <http://www.consultant.ru> (дата обращения 05.04.2022).
7. Постановление Правительства РФ от 12.09.2015 № 972 (ред. от 20.10.2021) «Об утверждении Положения о зонах охраны объектов культурного наследия (памятников истории и культуры) народов Российской Федерации и о признании утратившими силу отдельных положений нормативных правовых актов Правительства Российской Федерации». URL: <http://www.consultant.ru> (дата обращения 05.04.2022).

УДК 725.94

67.07.29: Памятники архитектуры. Мемориальные комплексы

ТЕМА ВОИНСКОЙ СЛАВЫ В МОНУМЕНТАЛЬНОМ ТВОРЧЕСТВЕ АРХИТЕКТОРА А.С. КУЛИКОВА

Амельянц Арменак Аркадьевич,

*ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», кандидат архитектуры,
доцент кафедры «Архитектура и строительство зданий»
e-mail: armenak77@mail.ru*

Земцова Светлана Александровна,

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

В настоящее время большое внимание уделяется теме формирования мировоззрения и духовной культуры как молодёжи, так и общества в целом. Возведение монументов является одним из способов воспита-

ния патриотических качеств человека. Память о выдающихся личностях, важных событиях истории, на примере которых происходит формирование ценностей, занимает важное место в культуре.

Кровопролитные события в истории, результатом которых является огромное количество погибших людей, нельзя оставлять без внимания. Трагизм Великой Отечественной войны привёл к переоценке многих установок и убеждений. Возведение мемориальных комплексов и памятников, посвящённых данному событию, воспитывает в обществе патриотизм и человечность.

В городе Тамбове и Тамбовской области возведено немалое количество памятников о подвигах земляков в годы Великой Отечественной войны. Одними из ярких являются: монумент Зое Космодемьянской (архитектор И. Лангбард, скульптор М. Манизер), «Тамбовский колхозник» (архитектор В. Самородов), памятник Василию Степановичу Петрову (архитектор И. Француз, скульптор Л. Кербель) и другие. Особого внимания заслуживают такие памятники как: монумент Вечной Славы и памятный знак, посвящённый Героям Советского Союза и полным кавалерам ордена Славы в г. Тамбове; памятник павшим воинам в годы Великой Отечественной войны и памятник погибшим в Афганистане и Чечне в г. Котовске; памятник павшим воинам в селе Ковылка, Кирсановского района, Тамбовской области; монумент «Доблестному офицеру Отечества» в г. Тамбове, выполненные заслуженным архитектором РСФСР Александром Сергеевичем Куликовым. За свою богатую профессиональную деятельность он реализовал большое количество монументов как в городе Тамбове, так и за его пределами.

Анализ памятников архитектора А.С. Куликова, посвящённых теме воинской славы, даст возможность выделить их характерные черты и особенности, а также факторы, влияющие на развитие композиции и художественной образности. Изучение монументального творчества одного определённого автора и сравнение его памятников между собой даст возможность обнаружить его индивидуальные принципы в работе над проектами.

Монумент Вечной Славы в городе Тамбове был открыт 8 мая 1970 года [5] на Соборной (ранее Октябрьской) площади по проекту архитектора А.С. Куликова и скульпторов К.Я. Малофеева и С.Е. Лебедева. Основанием для разработки проекта стало 25-летие Победы в Великой Отечественной войне. Важность ознаменовываемой даты подчёркивается выбором места для возведения монумента: площадь является старейшей, появилась во времена строительства первой Тамбовской крепости. На данный момент памятник находится под защитой государства.

Композиция развивается вокруг центральной точки, образующейся пересечением двух диагональных аллей, как и планировочная организация площади. На рисунке 1 изображён генеральный план Соборной площади и перспективный вид с одной из обозреваемых точек. В образе монумента и планировке окружающей территории проявляются общие черты. Памятник обозреваем со всех сторон площади и является центральной точкой притяжения. Можно сделать вывод: монумент занимает место доминанты в формируемом с окружающей территорией ансамбле.

Две пересекающиеся аллеи являются осями, относительно которых композиция памятника развивается симметрично. Объём поднят над уровнем земли тремя каскадами по 3 ступени. Образ состоит из четырёх тонких пилонов, размещённых с одинаковым интервалом, на которых располагается непрерывное широкое светлое кольцо. В композиции присутствует свой особый ритм. Высота кольца является базовым модулем и откладывается на фасаде 3 раза. Кольцо – самое важное в композиции, относительно него выстраивается пропорциональность и гармонизируются весь объём. В образе памятника задан контраст круглых и прямоугольных форм. Кольцо и каскады ступеней прерываются четырьмя прямоугольными пилонами. Сложившийся силуэт минималистичен и изящен, свободные промежутки между пилонами заполняются окружающим пространством из зелени. Масштаб относительно человеческого роста составляет около 1:4. Своеобразие архитектурного языка также выражается в цвете и фактуре – гладкая чёрная поверхность пилонов противопоставлена шероховатому светлому кольцу. Ступени нейтрального тёмно-серого оттенка и имеют матовую фактуру.

Использованные материалы задают особый архитектурный образ монумента. Выполненное из светлого бетона кольцо располагается на гранитных чёрных пилонах, количество которых равно четырём годам войны, как символ победы жизни над смертью. Чёрные пилоны имеют низкую контрастность с фоном из зелёных насаждений, что создаёт впечатление невесомости кольца. Бронзовая лавровая ветвь, как символ славы и победы, вносит в общую композицию монумента глубокое уважение по отношению к событию и её участникам. На внутренней поверхности кольца располагаются рельефы «Родители», «Однополчане», «Семья», как синтез архитектуры и скульптуры. Образы героических воинов и их родных переносят зрителя в тяжёлые военные годы. В центре монумента располагается пятиконечная звезда с негасимым пламенем Победы [1].

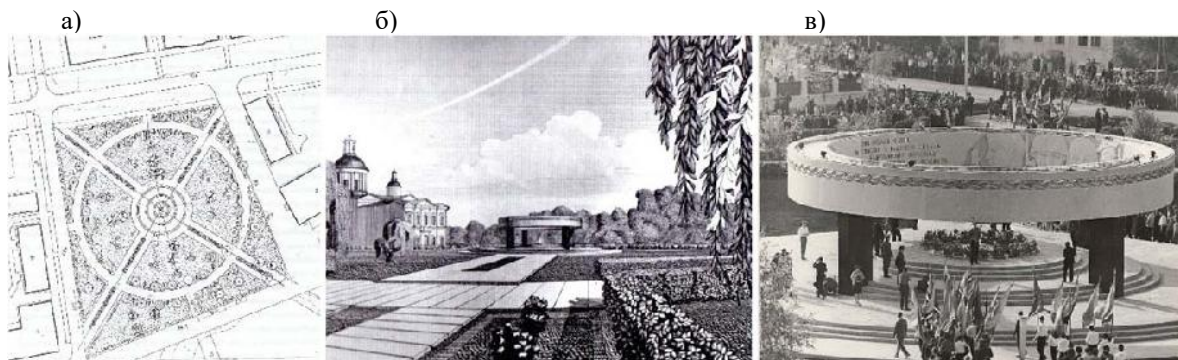


Рисунок 1 – Монумент Вечной Славы в г. Тамбове: а) – генеральный план (графика А.С. Куликова); б) – перспективное изображение (графика А.С. Куликова), в) – реализованный памятник [8]

Анализируя монумент Вечной Славы в г. Тамбове, можно выделить следующие характерные черты: синтез искусств, центральная симметрия, простые геометрические формы, лаконичность, пропорциональность, форма вписана в пространство с учетом контекста, использование цвета и фактуры материала для увеличения эмоционального воздействия. Сложившийся архитектурный образ вызывает сильные эмоциональные переживания.

Памятный знак, посвящённый Героям Советского Союза и полным кавалерам ордена Славы в городе Тамбове, был реализован в 2010 году в честь 65-летия со дня Победы в Великой Отечественной войне [1]. Велась активная работа по поиску образа и идеи будущего монумента. В 2005 году по результатам голосования к реализации был выбран проект архитектора А.С. Куликова. В настоящее время памятный знак располагается на Соборной площади в городе Тамбове.

Монумент размещён перпендикулярно главной аллее площади, на подходе к центру мемориала «Вечный огонь». На рисунке 2 изображён ситуационный план площади (графика А.С. Куликова). Пространство перед памятным знаком в плане имеет трапециевидную форму. Выбор места подобран таким образом, что памятный знак трактуется как единое целое с монументом Вечной Славы, завершая ансамбль всей площади.

На рисунке 2 представлены главный и боковой фасады монумента. Композиция развивается асимметрично. Плиты не запроектированы одинаковыми, их размеры ритмично меняются: первая и четвёртая от левого края одинаковые, вторая становится шире, третья – самая продолжительная, последняя является завершением композиции и самым вытянутым элементом. Ритм присутствует и в уровнях размещения плит по высоте. Начиная от левого края, элементы постепенно размещаются выше, после уровень выравнивается. Также параллельно меняются по высоте размеры плит постамента. К правому краю развитие композиции завершается. Рассматривая плиты памятного знака, можно обнаружить их пропорциональность. Ширина первой в следующей откладывается 1,5 раза, в третьей – 2 раза, в последней, самой высокой, откладывается в высоте 2 раза (включая постамент). Общая высота памятника в его ширине откладывается 2,5 раза. Детали относительно друг друга гармоничны. Диагональная линия противопоставляется перпендикулярной: основной объём запроектирован прямоугольным, но в постаменте и в завершающей плите присутствуют диагонали, также на боковом фасаде одна из плит размещена под углом. В силуэте памятного знака присутствует ломаная линия, что создаёт образ волн на знамени. Размеры памятника приближены к человеческому росту: по высоте соотносится с человеком примерно 1:2. Основной цвет композиции – ненасыщенный красный, словно боевое знамя. Постамент выполнен светло-серым, поверхности матовые.

Памятный знак представляет собой композицию из мраморных плит, на поверхности которых высечены имена Героев Советского Союза и полных кавалеров Ордена Славы, уроженцев города Тамбова. Идея монумента – имена Героев написаны «кровью» на красном полотнище, их подвиг бессмертен и несёт в себе бесценную жертву. На одной из плит размещена лавровая ветвь – символ славы и победы. Перед плитами располагается алтарь с пятью звёздами. Скошенные поверхности постамента напоминают аппарателю, используемую для военной техники в годы Великой Отечественной войны.



Рисунок 2 – Памятный знак Героям Советского Союза и полным кавалерам ордена Славы в г. Тамбове: а) – ситуационный план (графика А.С. Куликова); б) - главный фасад; в) - боковой фасад [8]

Анализируя памятный знак Героям Советского Союза и полным кавалерам ордена Славы в г. Тамбове, можно выделить следующие характерные черты: синтез искусств, асимметрия, простые геометрические формы, лаконичность, пропорциональность, композиция строится на нюансах, форма вписана в пространство с учетом контекста.

Проект памятника павшим воинам в годы Великой Отечественной войны для города Котовска разрабатывался архитектором А.С. Куликовым в 1973-1974 годах и был торжественно открыт 8 мая 1975 года в Парке Воинской Славы [1].

Парк имеет прямоугольную форму, в центре расположен мемориал, от которого расходятся 8 лучей-пешеходных аллей. Планировочная организация территории схожа с парковой площадью. Памятник поднят над уровнем земли с помощью кургана и является доминантой в композиции территории парка.

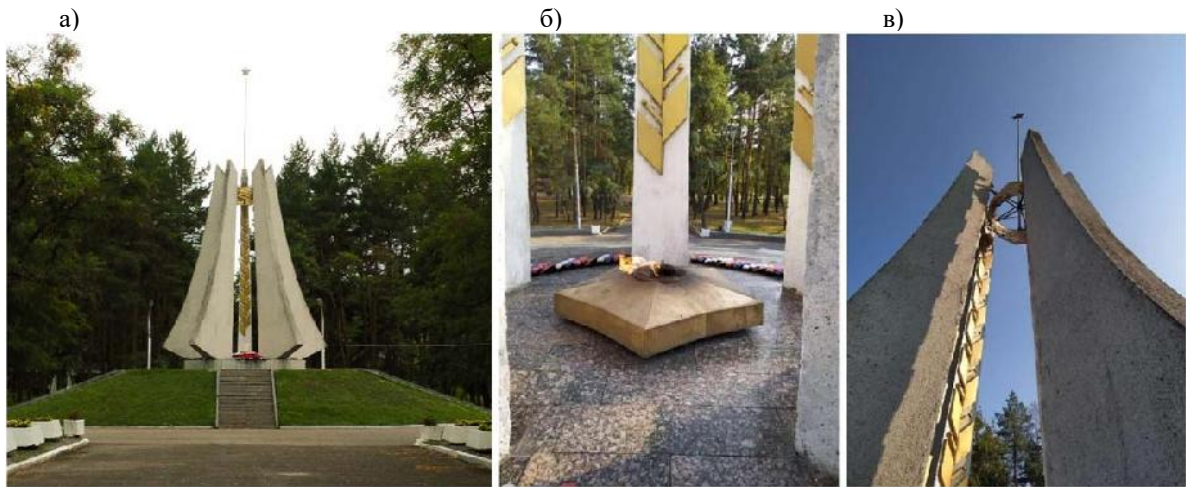


Рисунок 3 – Памятник павшим воинам в годы ВОВ в г. Котовске: а) - главный фасад; б) - центр монумента; в) - завершение монумента [8]

На рисунке 3 показаны главный фасад монумента, его центральная точка – «Вечный Огонь» и завершение композиции. Монумент располагается на пересечении 4 аллей, являющихся осями в формировании симметричного образа памятника. Композиция состоит из 5 одинаковых пилонов, размещённых на равных промежутках между ними, что создаёт строгую ритмику. Заданный ритм повторяется и в кургане. Ступени, подводящие к промежуткам между пилонами, равноудалены и ориентированы на «Вечный Огонь». Развитие объёма происходит по вертикали. В монументе можно выделить модуль – курган с постаментом, укладывающийся в общей высоте 3 раза. Подобное соотношение наблюдается и в размерах каждого пилон (ширина относится к высоте как 1:3). Пропорциональность граничит с контрастностью элементов: курган более пологий, имеет небольшой угол наклона, направлен к центру композиции – «Вечному Огню». Пилоны по форме вытянуты и направлены в сторону неба. Сложив-

шийся силуэт подражает антуражу из зелёных насаждений. Композиция масштабна человеку в отношении 1:4, вместе с курганом – 1:5,5. Монумент выполнен в светло-сером цвете с шероховатой фактурой, также присутствуют элементы символики светло-коричневого цвета с гладкой поверхностью.

В создании художественного образа задействованы материалы. Основной объём выполнен из светлого бетона, контрастирующего с зелёным цветом антуража. В композицию включены «Вечный Огонь», лавровая ветвь – символ славы победы и мира, а также венок из дубовых листьев, символизирующих доблесть и благородство. Данные элементы выполнены из бронзы и выделяются на светлом фоне из бетона. С помощью использованных материалов сформировался образ светлой памяти и благодарности за совершённый подвиг в годы ВОВ. Как результат проделанной работы, автор создал минималистичный, но идейно сильный архитектурно-художественный образ. Высота обелиска составляет 16 метров. Композиция монумента состоит из пяти пилонов, в плане повторяющих форму звезды, в центре которой располагается «Вечный Огонь». Пилоны имеют очертания стилизованного усечённого штыка, а на их внутренней стороне располагается лавровая ветвь. Вокруг Вечного огня формируется пространство, ограниченное пилонами, что является интерьером. Пять пилонов сверху объединены между собой венком из дубовых листьев. Из его центра в небо устремлён стальной шпиль с красной звездой, из которой каждый час звучит траурная мелодия.

Анализируя памятник павшим воинам в годы ВОВ в г. Котовске, можно выделить следующие характерные черты: синтез искусств, центральная симметрия, простые геометрические формы, лаконичность, пропорциональность, форма вписана в пространство с учетом контекста, использование цвета и фактуры материала для увеличения эмоционального воздействия. Сложившийся архитектурный образ вызывает сильные эмоциональные переживания.

Памятник погибшим в Афганистане и Чечне в городе Котовске был открыт 11 августа 2001 года в Парке Воинской Славы по проекту, разработанному архитектором А.С. Куликовым [1]. Монумент посвящён погибшим в афганской и чеченской войнах.

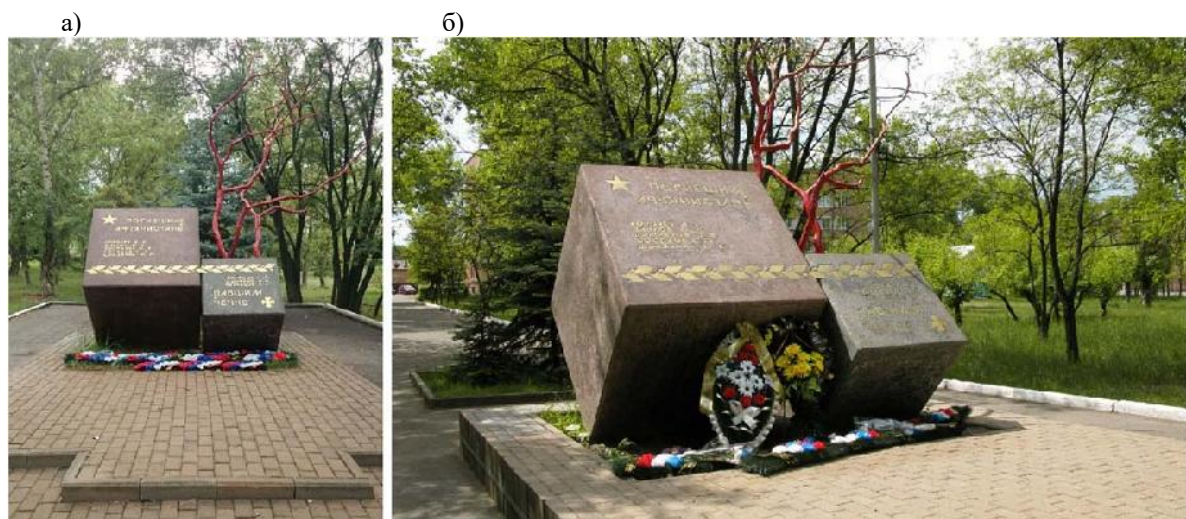


Рисунок 4 - Памятник погибшим в Афганистане и Чечне в г. Котовске:
а) - главный фасад; б) – вид сбоку [8]

Располагается южнее монумента «Вечный Огонь» в парке Воинской Славы города Котовска на его основной оси. Главным фасадом обращён к доминанте территории. Является неотъемлемой частью в сформированном ансамбле.

На рисунке 4 представлен памятник погибшим в Афганистане и Чечне: главный фасад и вид сбоку. Монумент запроектирован асимметричным. В его композиции присутствует особый убывающий ритм. Развитие происходит от большего по размерам красного куба, посвящённого погибшим в Афганистане, далее располагается чёрный куб меньших размеров, завершает ритм вертикальное обожжённое красное дерево. Объём можно охарактеризовать как кубический. Общая высота композиции из красного и чёрного куба в ширине укладывается 1,5 раза. Высота объёма вместе с обожжённым деревом равна ширине композиции. В образе строгая кубическая форма противопоставляется естественному контуру дерева. Силуэт очерчен ломаной строгой линией, что подталкивает зрителя на скорбь. Природные очертания ветви дерева на втором плане сливаются с окружающим пространством. Разме-

ры памятника приближены к человеческому росту и соотносятся с ним примерно 1:1,25. В художественном образе монумента задействованы красный, чёрный и жёлтый цвета. Большая часть композиции ненасыщенных цветов и с матовой фактурой. Однако, присутствует ярко-красное дерево с глянцевой поверхностью, что создаёт настроение глубочайшей трагедии и скорби.

В создании архитектурного облика используется красный и чёрный гранит. Визуально материал воспринимается как полотно со следами последствий войны. Металл на поверхности кубов увековечивает память о событиях. Плитка, использованная в постаменте, добавляет в художественный образ чувство опасности и непостоянства. Композиция монумента сложена из двух кубов разных размеров и цветов. Нельзя не отметить их необычную опору: многогранники опираются на рёбра, а не на более устойчивые грани. Данным приёмом выражается мысль о хрупкости и непостоянстве человеческой жизни, сравнивая её с мгновением. Кубы соприкасаются гранями и образуют их общую поверхность. На ней изображены непрерывная лавровая ветвь, как символ общей славы, пятиконечная звезда, посвящённая погибшим в Афганистане, и крест ордена Мужества. Высечены имена Героев, отдавших свою жизнь за Родину. Ветвь дерева на втором плане словно обожжена, отчего приобрела красный цвет. Отсутствие на ней листьев и насыщенный красный цвет после огня сообщают о трагически прерванной молодой жизни.

Анализируя памятник погибшим в Афганистане и Чечне в г. Котовске, можно выделить следующие характерные черты: синтез искусств, асимметрия, простые геометрические формы, лаконичность, пропорциональность, композиция строится на контрастах, форма вписана в пространство с учетом контекста.

Памятник павшим воинам в селе Ковылка Кирсановского района Тамбовской области был открыт 8 октября 2011 года по проекту архитектора А.С. Куликова [6]. На территории мемориала располагаются два бюста - героя Советского Союза Александра Кузьмича Сурова и полного кавалера Ордена Славы Михаила Егоровича Абрамова. Скульпторами являются Д. Басаев и В. Ясенюк. Мемориал посвящён павшим воинам в годы Великой Отечественной войны.

Инициатором строительства мемориального комплекса стал А. Абрамов, ветеран Вооружённых Сил, кавалер Ордена Красной Звезды. Благодаря его усилиям удалось привезти и заложить у подножия мемориала капсулы с землёй из городов-героев: Тулы, Севастополя, Бреста, Москвы и других. Строительство велось исключительно на благотворительные средства. В реализации проекта принимали участие все желающие, работа велась совместно на протяжении около двух лет. Комплекс размещён при администрации села, вдоль улицы Центральной, являющейся главной.

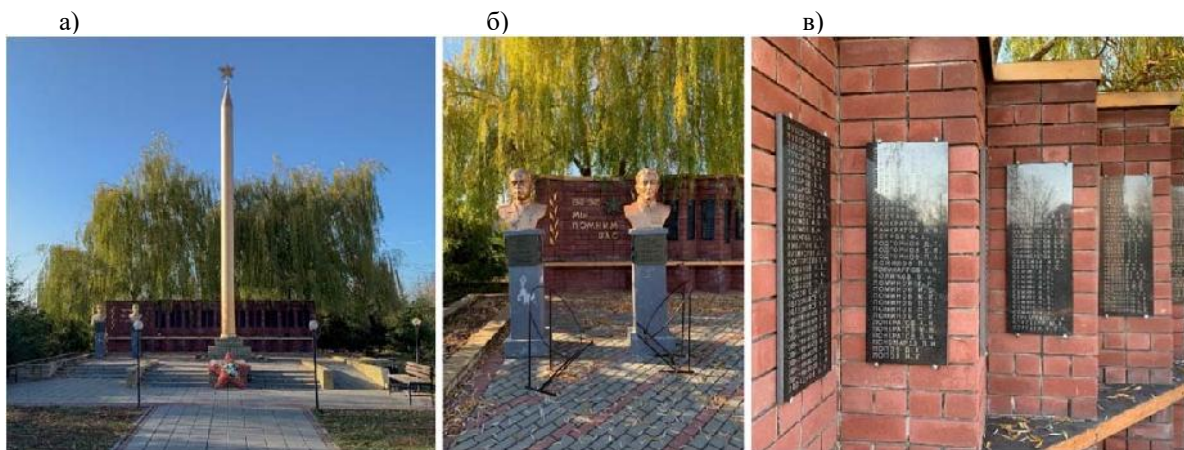


Рисунок 5 - Памятник павшим воинам в с. Ковылка Тамбовской области:

а) – главный фасад; б) – бюсты А.К. Сурова и М.Е. Абрамова; в) – памятные плиты с именами героев [8]

На рисунке 5 показан памятник павшим воинам в селе Ковылка: его главный фасад, бюсты А.К. Сурова и М.Е. Абрамова, памятная стена с именами героев. Композиция комплекса развивается асимметрично. В ней заложен ритм, который направляет движение взгляда зрителя. Первым привлекает внимание обелиск – самый высокий и светлый элемент, после взгляд обращается к двум бюстам из того же материала с левой стороны, ритм завершается памятной стеной – самым протяжённым и тёмным элементом в композиции. Объём вписывается в треугольник, в котором происходит противопоставление развития образа как в вертикальной ориентации, так и в горизонтальной. Контраст также присутствует в разности между зигзагообразной траекторией памятной

стены с прямой линией обелиска. Примечательна пропорциональность композиции – высота бюстов, включая их постаменты, откладываются в обелиске 5 раз, а протяжённость памятной стены – 1,5 раза в общей высоте комплекса. В силуэте чётко выражена доминанта с завершением в виде звезды и пересечение вертикальных и горизонтальных линий. В силуэте отсутствуют плавные линии. Высота мемориального комплекса, включая его основание, соотносится с человеком примерно 1:10. В композиции задействованы бронзовый и тёмно-красный цвета.

Композиция мемориального комплекса состоит из обелиска, двух бюстов, выполненные из алюминия с бронзовым покрытием, и выложенной из тёмно-красного кирпича по зигзагообразной траектории памятной стене. Имена героев написаны на отдельных плитах из чёрного мрамора. Великая Отечественная война длилась долгих 1418 дней, память о них увековечена в символичной высоте обелиска: 14 метров и 18 сантиметров. Завершением является пятиконечная звезда – символ Красной армии. Постамент выложен из светло-коричневого кирпича в два уровня. Бронзовый обелиск является главным элементом в композиции комплекса, его образ выделяется на фоне тёмно-красной памятной стены. На кирпичной кладке обозначены даты ВОВ, слова «Мы помним вас» и лавровая ветвь, как символ славы. Элементы выполнены под основной бронзовый цвет обелиска. Орден Отечественной войны в правом верхнем углу исполнен тёмным под плиты с именами героев. Бюсты располагаются по левую и правую стороны от композиции из памятных элементов.

Анализируя памятник павшим воинам в с. Ковылка Тамбовской области, можно выделить следующие характерные черты: синтез искусств, асимметрия, простые геометрические формы, лаконичность, пропорциональность, композиция строится на контрастах, форма вписана в пространство с учетом контекста.

Монумент «Доблестному офицеру Отечества» в городе Тамбове был открыт 6 мая 2015 года [7]. Открытие в год юбилея Великой Победы стало особенно символичным. Автором памятника выступил архитектор А.С. Куликов. Реализованный проект является первым в России памятником, посвящённым «Доблестному офицеру Отечества». Основная задача монумента – возвеличить профессию офицера, организатора боевой подготовки войск.

Памятник был установлен в городе Тамбове, вдоль улицы Комиссара Московского, рядом с главным входом в военную часть. На рисунке 6 представлен генеральный план монумента и вид сбоку. Место для его установки выбрано неслучайно: здесь в разные годы располагались четыре военных училища, долгое время - Тамбовское высшее военное авиационное инженерное училище радиоэлектроники. Памятник «Доблестному офицеру Отечества» расположен в центре парковой зоны.

Композиция основана на последовательной асимметричности построения. Единое направление пяти одинаковых стел задают начало ритма. Далее он продолжается в группе из трёх стел с барельефами, расположенных за доминирующим элементом в объёме – вертикали в виде карающего меча. Композиция выстраивается с пропорциональностью – обелиск содержит в себе 5 высот стел. Контраст выражается в противопоставлении самого высокого элемента горизонтальной направленности развития объёма. Силуэт обелиска имеет острый угол, что передаёт непоколебимость офицерского характера. Монумент масштабен человеческому росту в отношении 1:6. Фактура материала обелиска гладкая и зеркальная, что даёт ему изменчивость в представлении. Стелы красного цвета, на контрасте с ними постамент выполнен светло-серым, фактура матовая.

Материал одного из центральных элементов композиции (карающего меча) имеет отражающие свойства, благодаря чему меч и небо выглядят как единое целое. Вертикальные гранитные стелы с названиями пятнадцати военных училищ, располагавшихся в разное время на территории Тамбовской области, выполнены из красного гранита и динамично повёрнуты в правую сторону относительно своих осей. На трёх соседних стелах располагается художественное литьё, изображающее офицеров русской и советской армии, барельеф героя Советского Союза комиссара Александра Московского. На центральном барельефе изображён политрук, наделённый портретными чертами отца автора проекта. А.С. Куликов своё творение посвятил отцу – советскому офицеру, который с боями прошёл от реки Кубани до реки Шпрее, дошёл до стен Рейхстага в Берлине и стал Победителем. Центральный барельеф выглядит драматично – комиссар держит пистолет в правой поднятой вверх руке и с криками бросается в атаку на врага. На всех стелах присутствует символичная лавровая ветвь.

Анализируя монумент Доблестному офицеру Отечества в г. Тамбове, можно выделить следующие характерные черты: синтез искусств, асимметрия, простые геометрические формы, лаконичность, пропорциональность, форма вписана в пространство с учетом контекста.

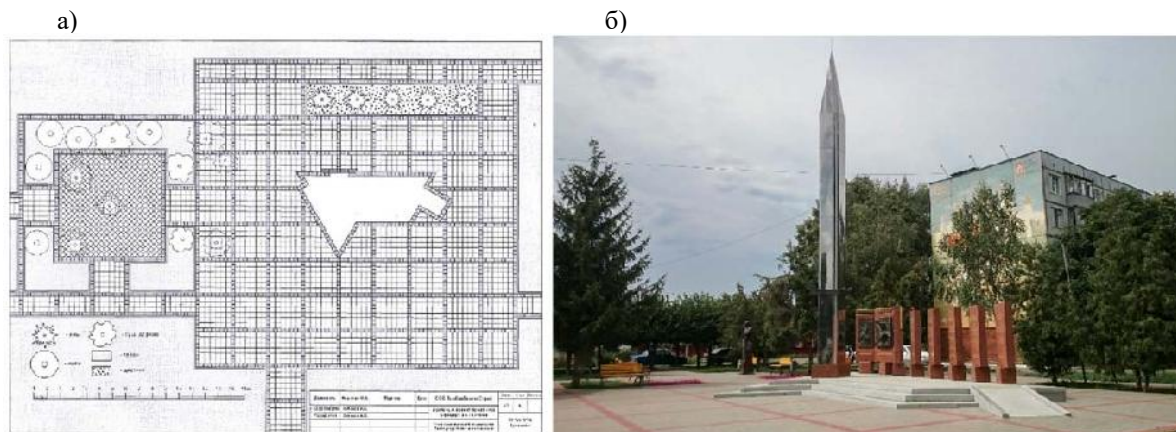


Рисунок 6 – Монумент Доблестному офицеру Отечества в г. Тамбове:
а) – генеральный план; б) – вид сбоку [8]

Проект памятника погибшим воинам в городе Рассказово Тамбовской области разрабатывался архитектором А.С. Куликовым на основании решения администрации города и городского Совета народных депутатов в 2014 году [8]. Посвящён погибшим советским воинам в ВОВ. Реализация монумента не была завершена.

По проекту памятник был запроектирован в центре города Рассказово, на территории сквера, вблизи главной площади Ленина. Монумент планировалось разместить вблизи основных зданий общегородского значения (администрации города и района, школы, храма и других), что формировало бы единый ансамбль.



Рисунок 7 – Проект памятника погибшим воинам в г. Рассказово:
а) – общий план памятника (графика А.С. Куликова); б) – панорамное изображение [8]

На рисунке 7 представлен общий план памятника погибшим воинам в городе Рассказово и его панорама на фоне окружающей застройки. Архитектурной основой монументальной композиции являются пять пилонов из красного кирпича, в плане образующие пятиконечную звезду. Их количество символизирует пять тяжёлых лет войны: 1941-1945 годы. Все пилоны с внутренней стороны связаны между собой кольцом «Славы» в виде лавровой ветви, ниже которой располагаются памятные плиты с именами погибших. Внутренняя радиальная поверхность пилонов гладкая, внешняя же представляет собой две взаимно перпендикулярные плоскости с «пилообразной» вертикальной фактурой – образ красного победного знамени. За счёт стилобата пилоны подняты над поверхностью земли, что придаёт им большую монументальность. Важнейшим пластическим элементом внутреннего пространства памятника является скульптура «Скорбящая Мать», выполненная предельно обобщённо из гранита (лабрадорита). Образ «Скорби» выражен в безликой женской фигуре (трагедия является общей, боль от утраты коснулась многих семей). Внутренняя поверхность скульптуры полированная, внешняя – кованная. Перед скульптурой, в геометрическом центре, размещается «Вечный Огонь» с пятиконечной звездой. Внешние входные элементы пилонов и козырьков декорированы надписями.

Анализируя проект памятника погибшим воинам в г. Рассказово, можно выделить следующие характерные черты: синтез искусств, центральная симметрия, простые геометрические формы, лаконичность, пропорциональность, форма вписана в пространство с учетом контекста, использование цвета и

фактуры материала для увеличения эмоционального воздействия. Сложившийся архитектурный образ вызывает сильные эмоциональные переживания.

Необходимо отметить особый подход А.С. Куликова к работе над проектами. Поиск идеи сопровождается рисунком, а проект в виде ручной черно-белой или цветной графики [3]. В совместных работах со скульпторами автор выступает не только как архитектор, но и как скульптор. Он разрабатывает свои варианты решения и принимает участие в реализации, за счет чего достигается синтез искусств. Авторский надзор ведётся архитектором на протяжении всей работы [4].

Выводы

Сравнительный анализ рассмотренных памятников А.С. Куликова позволяет сделать следующие выводы:

- при разработке идеи автор всегда учитывал значение и место размещения произведения;
- для монументов, расположенных в центре города, на открытых пространствах, Александр Сергеевич применяет центральную симметрию (для возможности кругового просмотра) и делает их более монументальными (из простых геометрических форм с крупными членениями);
- для объектов, расположенных вдоль магистралей, при входах на территорию парков или мемориальных комплексов, автор применяет асимметричную фронтальную композицию с фоном в виде существующей или специально высаженной растительности, при этом используются близкий к человеку масштаб и пропорции;
- монументы крупнее человеческого роста проектируются с разделением экстерьерного и интерьерного пространства, что достигается минимальной детализацией фасадов и расположением рельефов с внутренней стороны;
- А.С. Куликов тяготеет к созданию архитектурных памятников, стараясь минимально использовать объемную скульптуру, чаще применяются рельефы, которые всегда подчинены архитектурному замыслу;
- при создании композиции архитектор Куликов работает исключительно простыми геометрическими формами: кубы, призмы, кольца и другие;
- автором продумывается доступность для маломобильных групп населения путём включения пандусов в композицию стилобатной части памятников;
- цветовое решение монументов сдержано и ограничивается 2-3 цветами. Автор учитывает влияние окружающей среды на их восприятие и дополняет зелеными насаждениями. Сочетание лаконичности цвета и формы создаёт сдержанный вид памятника и усиливает его монументальность.

Заключение

Анализ показывает, что, используя схожие методы при создании архитектурно-художественного образа памятника, автору за счет своего особого подхода к каждому из них удается создать индивидуальность и неповторимость. Все проанализированные памятники при схожести композиционных приёмов, применяемых материалах и колористических решений имеют яркий образ, оказывающий сильное эмоциональное воздействие.

Список использованных источников

1. Пономарёв Н. И., Загородникова Л. А., Крюков Ю. А. Свет Куликова поля : альбом. Тамбов : ИПЦ ООО «Тамбовский вестник», 2006. 17 с.
2. Артамонов В. А. Город и монумент. Москва : Стройиздат, 1974. 224 с.
3. Соболева А. А. Зодчие Тамбовского края : энциклопедия. Тамбов : Нобелистика, 2015. 591 с.
4. Вавилова С. В., Дорошина М. М., Муравьёва И. И. Ваятель застывшей музыки : из жизни и творчества заслуженного художника РСФСР К. Я. Малофеева. Тамбов : ООО «Издательство Юлис», 2012. 200 с.
5. Аbruковский А. Память о героях бессмертна: зажжён неугасимый огонь славы: [об открытии памятника «Вечная Слава» воинам-тамбовцам и его авторам] // Тамб. правда. 1970. 12 мая. С.1.
6. Белугина Л. В память о павших, в сердцах живых // РИА Топ68 : Сетевое издание. URL : <https://top68.ru/articles/society/2012-06-06/v-pamyat-o-pavshih-v-serdtsah-zhivyh-103416> (дата обращения: 10.04.2022).
7. Кошеренкова Е. Открытие памятника «Доблестному офицеру Отечества» // ГТРК «Тамбов» : Сетевое издание. URL : <https://vestitambov.ru/new/otkrytie-pamyatnika-doblestnomu-ofitseru-otechestva/> (дата обращения 10.04.2022).
8. Графические материалы «Персональной творческой мастерской под руководством заслуженного архитектора РСФСР Куликова А.С.»

АРХИТЕКТУРНАЯ СРЕДА ПЛОЩАДИ ТЯНЬАНЬМЭНЬ В ПЕКИНЕ

Куликов Александр Сергеевич,

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

Доценко Денис Геннадьевич,

*ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», магистрант кафедры «Архитектура и градостроительство»
e-mail: dgdotsenko062@gmail.com*

Аннотация. Последовательно изучены графические планы главной площади города Пекина, выполнен анализ градостроительного центра и зданий на площади.

Ключевые слова. План города, главная площадь, площадь Тяньаньмэнь, градостроительная ось, Китайская Народная Республика, реконструкция.

Город Пекин – столица и один из городов центрального подчинения Китайской Народной Республики. Пекин с трёх сторон окружён провинцией Хэбэй. Центром города является площадь Тяньаньмэнь.

Тяньаньмэнь – главная площадь Пекина (Рисунок 1). Она расположена в самом сердце китайской столицы и носит название северных ворот Запретного Города – Ворот Тяньаньмэнь, которые были построены в 1415-1420 годах. Буквальный перевод с китайского – "Врата Небесного Спокойствия".



Рисунок 1 – Площадь Тяньаньмэнь с птичьего полета

История возникновения площади перед воротами Тяньаньмэнь восходит к XIII в. В начале XV в. она приобрела вид, сохранившийся до середины XX в., когда у главных ворот Императорского города Чэнтяньмынь (Тяньаньмэнь) на главной вертикальной оси города была устроена большая Т-образная площадь, служившая главной площадью в Бэйцзине (Пекине). На ней зачитывались императорские указы и принимались жалобы от народа (Рисунок 2 и Рисунок 3). [1]

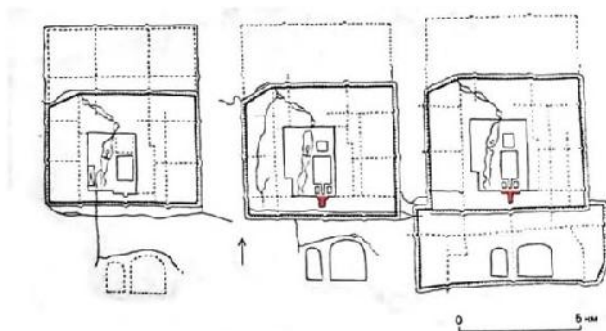


Рисунок 2 – Эволюция площади Тяньаньмэнь. Пекин. 14 по 17вв.
Схема перестройки города с 13 по 17 вв.

С западной и восточной сторон от площади были расположены государственные канцелярии (Рисунок 3).

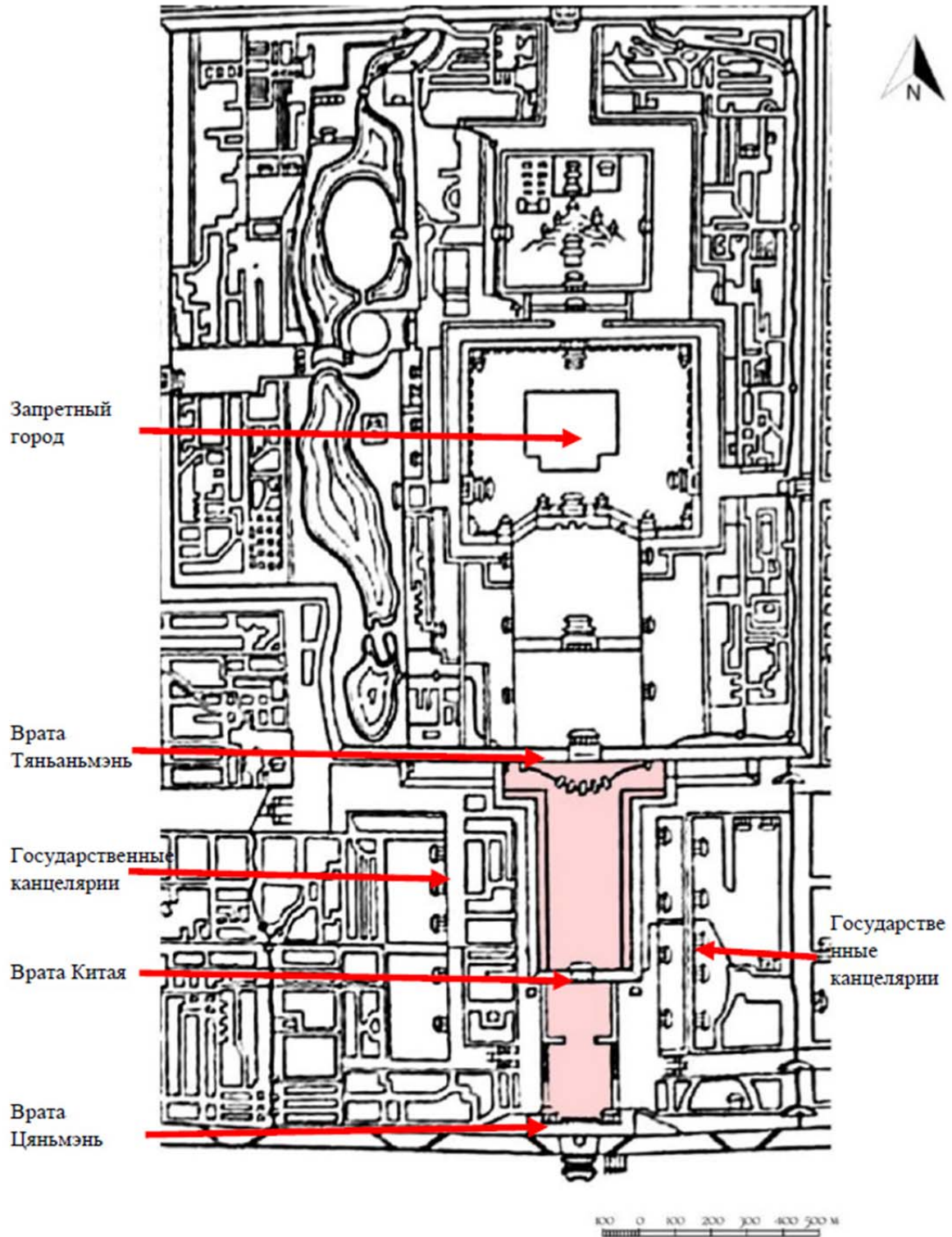


Рисунок 3 – Площадь Тяньаньмэнь. Пекин
Чертеж 16 века

В 1958 году осуществляется реконструкция пл. Тяньаньмэнь и ул. Чананьцзе, осевой магистрали, пересекающей город с запада на восток и связывающей уже построенные новые районы с центром города. В связи с начавшейся реконструкцией города постепенно были снесены ворота Пайлоу (Врата

Китая), часть стен переднего двора, а в 1958 г. - оставшаяся часть вместе с галереями Цяньбулан. Была предпринята попытка объединить в единый ансамбль древние сооружения императорского дворца, памятник народным героям, а также вновь построенные Дом Всекитайского собрания народных представителей, Исторический музей Китая и музей Китайской революции, возвышающиеся на западной и восточной сторонах реконструируемой площади (Рисунок 4). По замыслу Мао Цзэдуна расширенная площадь должна была вместить 500 тыс. человек. [2]

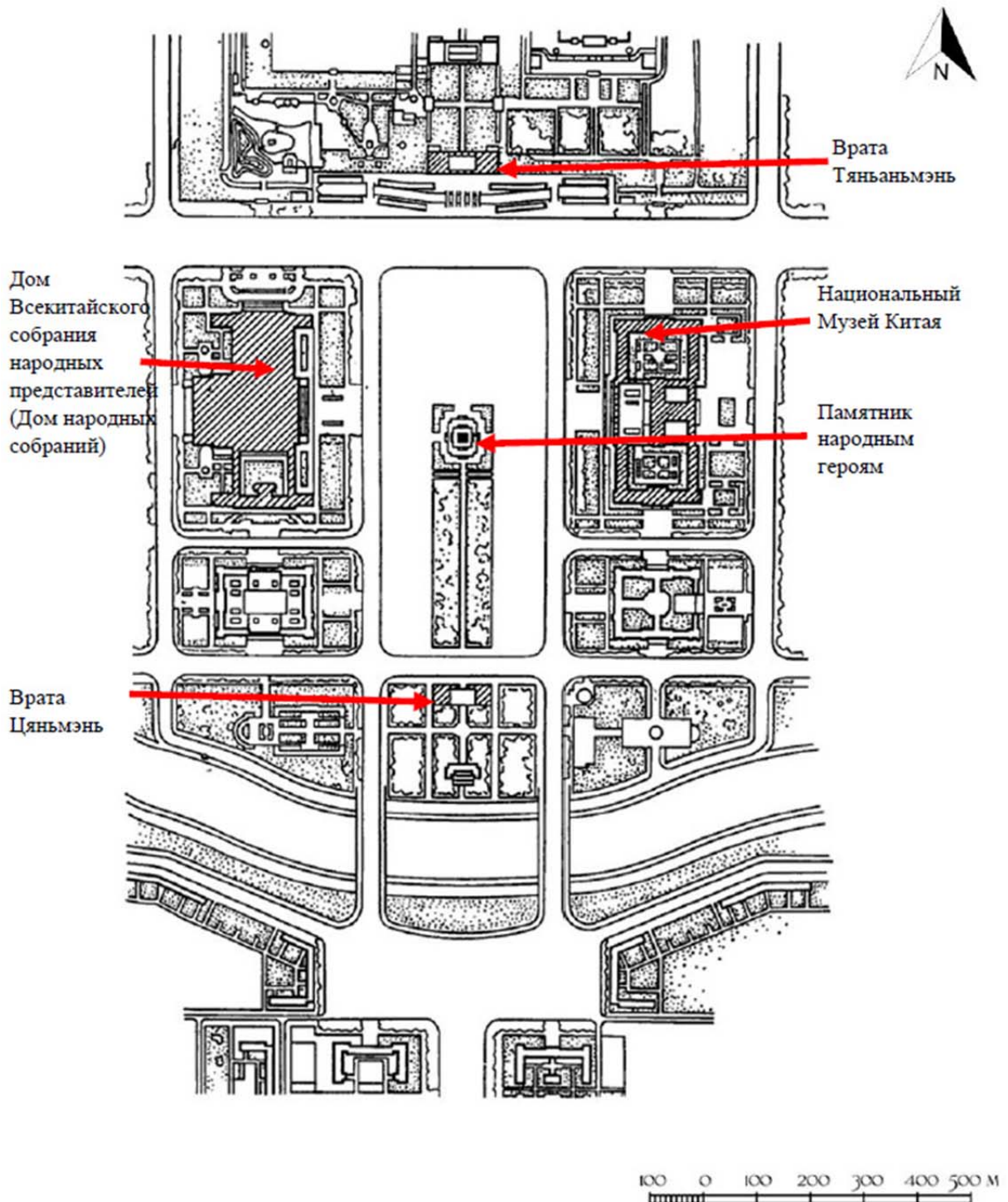


Рисунок 4 – План реконструкции площади Тяньаньмэнь 1958 гг.

После падения феодальной системы и основания Республики площадь обновлялась и расширялась много раз. Сейчас она простирается на 880 метров в длину и 500 метров в ширину, занимая пло-

щадь 440 тысяч квадратных метров. Имеет четкую прямоугольную форму. На площади одновременно может поместиться до миллиона человек.

Здания Дом народных собраний и Национальный музей Китая расположенные друг напротив друга, создают основную и поперечную градостроительную ось. Тем самым разбивают площадь на основные функциональные зоны: административно-правительственную, культурную и мемориальную (Рисунок 5).



Рисунок 5 – Схема Функциональных зон

Какие сооружения формируют архитектурную среду площади?

Непосредственно на площади находятся: Мавзолей Мао Цзэдуна и Памятник народным героям. На ее противоположных сторонах расположены ворота Тяньаньмэнь и Цяньмэнь, а по бокам — Дом народных собраний и Национальный музей Китая (Рисунок 6).

В центре площади когда-то возвышались еще одни ворота, называемые Врата Китая. Однако, в 1954 году они были снесены в целях дальнейшего расширения площади, которая достигла своих нынешних размеров в августе 1959 года.

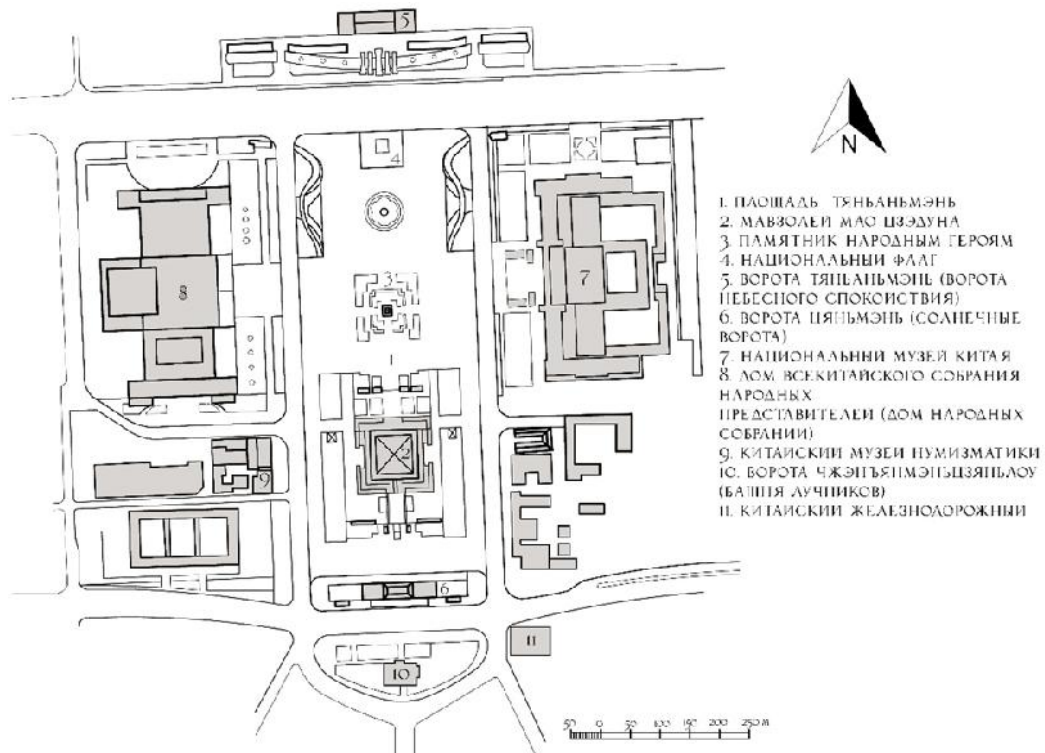


Рисунок 6 – План площади Тяньаньмэнь

Ворота Тяньаньмэнь были и остаются местом проведения важных государственных церемоний.

Ворота имеют пять проходов, которые раньше открывались только в дни проведения церемоний (Рисунок 7). Только император мог проходить через центральную арку. Сейчас над ней установлен портрет Мао Цзэдуна. Башня наверху этих ворот условно делится балками на девять комнат в длину и пять комнат в ширину. В соответствии с Книгой Перемен числа пять и девять, совмещенные вместе, символизируют верховные статус правителя.

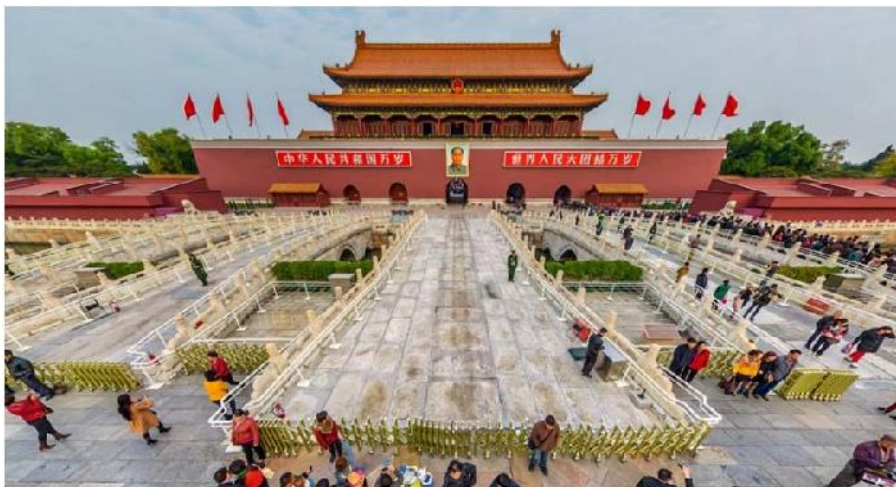


Рисунок 7 – Ворота Тяньаньмэнь

Прямо перед воротами стоят два каменных льва - охранника. Они пристально смотрят вперед, охраняя императорский путь. Еще перед воротами находятся две мраморные колонны – Хуабяо. Вырезанные на них узоры изображают драконов.

К воротам ведут семь мраморных мостов, перекинутых через реку, которая называется Внешняя Золотая Река.

Архитектурной доминантой площади является гигантский Мавзолей Мао Цзэдуна, занимающий на ней около 34 000 квадратных метров. Его торжественное открытие состоялось в сентябре 1977 года. Мавзолей представляет собой прямоугольное здание, окруженное 44 восьмиугольными колоннами, поддерживающими крышу и стоящими на монументальном основании из бордового гранита.

Перед мавзолеем и позади него располагаются скульптурные композиции, изображающие сцены китайской революции и состоящие из 62 человеческих фигур. В их создании приняли участие 100 скульпторов из 18 провинций Китая. Над парадным входом - белая мраморная доска с золотыми иероглифами: "Дом памяти председателя Мао".

Необходимо подчеркнуть, что на главных площадях великих держав (КНР, РФ, США) важное композиционное пространство имеют мемориальные зоны (Рисунок 8), посвящённые выдающимся лидерам этих стран: в Китае (Пекине) – мавзолеем Мао Цзэдуна, в России (Москве) на Красной площади – Мавзолей В.И. Ленина, в США (Вашингтоне) – Мемориал Линкольна.



Рисунок 8 – Фасады мемориальных здания держав (Китай, Россия и США)

Ещё один мемориальный объект находится непосредственно на площади. Большая колонна в центре площади – это Памятник народным героям, открывшийся первого мая 1958 года. Его высота составляет почти 38 метров, и он сложен примерно из 17 000 мраморных и гранитных блоков. На одной из сторон памятника высечена в камне цитата Мао Цзэдуна: «Вечная слава народным героям!». На

противоположной стороне - длинная эпитафия, написанная золотыми буквами и сочиненная Мао Цзэдуном в память о погибших за свободу.

В состав подиума – основания монумента включены восемь огромных барельефов, изображающих главные события революции (Рисунок 9). Они расположены в хронологическом порядке, если идти по часовой стрелке.



Рисунок 9 – Памятник народным героям и фрагмент барельефа

На западной стороне площади возвышается величественный Дом Всекитайского собрания народных представителей (Дом народных собраний), то есть здание китайского парламента. Здесь также проходят государственные церемонии и съезды коммунистической партии. Дом народных собраний был возведен всего лишь за 10 месяцев в 1958–1959 годах. Здание выполнено по классической схеме в тектоническом стиле с круглыми колоннами с лотосообразной капителью. Фасад симметричен. Над входом на главном фасаде (Рисунок 10) расположена символика всекитайского собрания народных представителей. Флагштоки заканчивают фасад здания китайской власти. Его длина 336 метров, ширина 206 метров, а самая высокая точка здания 46,5 метров, общая площадь 171800 квадратных метров.



Рисунок 10 – Дом Всекитайского собрания народных представителей (Дом народных собраний)

На восточной стороне площади стоит Национальный Музей Китая. Музей был образован в 2003 году на базе двух других музеев, которые располагались в этом здании: Музея Китайской Революции и Национального Музея Китайской Истории. Здание музея также, как и Дом Всекитайского Собрания были построены в 1959 году в год десятилетия Китайской Народной Республики. Здание так же выполнено по классической схеме в тектоническом стиле, но с квадратными колоннами. У главного входа (Рисунок 11) стоят два симметричных фронтона, символизирующие стойкость китайского народа. Фриз здания украшен метопами. Его площадь 65000 квадратных метров, его длина 313 метров, ширина 149 метров, а высота 40 метров.



Рисунок 11 – Национальный Музей Китая

Очень многое в жизни страны и города связано с главной площадью Китая. Каждое утро на площади проходит церемония поднятия флага страны, а вечером его спускают. На ней проходят все торжественные парады.

Здесь проходил митинг Движения 4 мая, в 1919 году. Именно здесь было объявлено об основании КНР. Но не только радость, но и трагедия посещало эту территорию. Именно на этой площади происходили события 4 июня, когда во время демонстрации 1989 года погибло много протестующих.

Площадь Тяньаньмэнь прошла многие волны разрушений, перестроек и расцвета, долгий путь от императорского двора до центра социалистического Китая, где в общественном пространстве увековечен триумф социализма над империалистическими и феодальными оковами.

Таким образом, анализируя градостроительный центра Пекина, можно изложить следующие соображения:

1. Несмотря на то, что размеры площади относительно высоты основных зданий не соответствуют канонам, тем не менее площадь смотрится гармонично, это связано с размещением не посредственно на самой площади Памятник народным героям и Мавзолей Мао Цзэдуна.

2. Китай – великая страна, и монументальность самой площади в полной мере соответствует многовековому образу Китая

3. Огромным достоинством любого пространства является ее дальнейшее развитие, вот таким свойством обладает площадь Тяньаньмэнь, которая имеет резервы на южной стороне площади для строительства дополнительным монументальных зданий, которые обогатят дальнейший образ площади.

Список использованных источников

1. Всеобщая история архитектуры. Том 9. Архитектура Восточной и Юго-восточной Азии до середины XIX века: Книга / [А.М. Прибыткова и др.]; Под ред. А.М. Прибытковой. – Изд-во М. Стройиздат, 1971 – 643 с., ил.
2. Всеобщая история архитектуры. Том 12. Книга 2. Архитектура зарубежных социалистических стран.: Книга / [О.А Швидковский и др.]; Под ред. О.А Швидковский. – Изд-во М. Стройиздат, 1977 – 578 с., ил.
3. Бунин А.В. 'История градостроительного искусства. Градостроительство рабовладельческого строя и феодализма. Том первый' / Бунин А.В., Саваренская Т.Ф. - Изд-во М. Стройиздат, 1979. – 496 с., ил.
4. Градостроительство. Книга / [А.В. Бунин и др.]; Под ред. В.А. Шкварикова. – Изд-во М. Академии архитектуры, 1945 – 321 с., ил.

СОУЧАСТИЕ КАК ИНСТРУМЕНТ РАЗВИТИЯ ТЕРРИТОРИЙ (ИЗ ОПЫТА РАЗРАБОТКИ ПРОЕКТА АРТ-ПАРКА «ИРСКАЯ КОММУНА»)

Леденева Галина Леонидовна,

ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», профессор, кандидат архитектуры, профессор кафедры «Архитектура и градостроительство»

e-mail : Ledeneva27@yandex.ru

Работе с достопримечательными местами, ориентированными на вхождение индустрии туризма и гостеприимства, предшествует этап переформатирования объекта, завершающийся, как правило, созданием новой креативной концепции места. На этом этапе предполагается, что затраты будут минимальными, а уже имеющиеся ресурсы, будь то здания, сооружения, ландшафты, будут задействованы в полной мере. По этому пути пошла инициативная группа, ориентированная на возрождение истории так называемой «Ирской коммуны», самой территории, где в 20-е годы прошлого столетия развернулся уникальный социальный эксперимент при участии итальянского архитектора Джованни Фанфарони. Вдохновленный утопическими идеями Эдварда Беллами [1], он вместе с группой специалистов, приехавших из Америки в 1922 году, выстроил в Кирсановском районе Тамбовской области на территории, примыкающей к селу Ира, жизненное пространство заверщенного цикла – нечто среднее между городом и деревней (рис.1). Это была первая в России коммуна, организованная иностранцами. Среди строителей коммуны были русские реэмигранты, а также немцы, поляки, венгры, итальянцы, представители других стран [2]. Все что ими было найдено интуитивно, впоследствии легло в основу формирования соцгородов. Этот опыт представляется и сегодня весьма актуальным, в связи с переосмыслением роли и места общественного пространства в жизни сообщества, участия самого сообщества в проектом процессе.



Рисунок 1 – Объекты в составе комплекса Ирской коммуны:
а) жилые дома; б) электростанция; в) клуб; г) технопарк

В настоящий момент есть идея создания на территории бывшей коммуны исторического арт-парка – места активности (образовательной, туристической, фестивальной деятельности). В развитии этой идеи определилась стратегия - не пытаться переделать все и сразу, а сделать некоторые маркетинговые ходы в направлении «оживления» места для создания благоприятной среды вхождения в дальнейшем на территорию бизнеса.

Существует много примеров реализации такого подхода в отечественной практике. Один из наиболее ярких – комплекс «Никола-Ленивец», где все начиналось с лепки снеговиков. Сегодня это один из крупных арт-кластеров, на территории которого, помимо прочих форм активности, проходит фестиваль АРХ-СТОЯНИЕ.

Первым шагом в разработке проекта исторического арт-парка «Ирская коммуна» стало формирование инициативной группы, в которую вошли не только специалисты, но и общественники. Среди них – потомки коммунаров, местные жители, хранящие память об истории места и лучшие воспоминания детства, владельцы недвижимости, сохранившейся в комплексе исторических зданий, фермеры и многие другие. Интересно, что сама коммуна также создавалась в Америке группой инициативных людей, организовавшихся в общество технической помощи России еще до приезда на место. Была проведена необходимая подготовка – обучение специалистов, куплено все оборудование и техника. Креативная идея и люди, готовые ее реализовать – этого достаточно для того, чтобы место начало «оживать».

С целью привлечения внимания к территории и самой истории был проведен целый ряд мероприятий с широким охватом приглашенных лиц: мастер-классы, музыкальные вечера, творческие встречи, субботники. В результате были выработаны логистические решения, появилось эскизное видение будущего проекта. Популяризации места способствовало размещение информации в соцсетях и СМИ, построение диалога с туроператорами, местными жителями, которые также могли стать участниками проекта. Одновременно проводился анализ специфики и потенциала места (что может здесь происходить, что для этого необходимо, какова целевая аудитория, кто может быть заинтересован в том или ином сегменте реализации проекта и др.). Вместе с этим значительно расширился круг лиц, проявляющих интерес к проекту. Каждый новый член в составе инициативной группы включался в проработку идеи. Главным условием на данном этапе стала выработка решений, не требующих значительных материальных вложений и максимально использующих уже имеющийся ресурс – здания и оборудование, ландшафты, нематериальное наследие и т.п., как временный маркетинговый ход. Это позволило уйти от проблемы ожидания крупных инвестиций, которая зачастую становится препятствием к осуществлению проектов и начать движение к тому, чтобы территория начала «оживать».

В рамках имиджирования территории были определены такие мероприятия, как создание архитектурного кода и брендбука, разработка сайта, выпуск юбилейного альбома, открытки, тематического плаката, визуализация достопримечательностей в виртуальных моделях и презентациях. Одной из наиболее креативных идей стало создание комиксов по мотивам жизни коммуны.

Анализ ситуации показал, что площадка подходит для организации интерактивных программ. Это могут быть исторические и спортивные квесты, события, фестивали (праздничные, сезонные, эпизодические, ежедневные), тематические мероприятия («Жизнь в коммуне», «День в коммуне», «Рождество в коммуне», «Лето в коммуне», «Эпоха НЭПа (образ жизни, одежда и т.п.)», «Индустриализация, электрификация в СССР», «Ретротехника», «Рождение соцгорода», «Частная жизнь в коммуне», «Спорт и здоровый образ жизни», «Филателия», «Пресса СССР», «Фильмы СССР»). Есть все условия для проведения конференций, детокс-программ (жизнь вне сети, банные дни), летних студенческих практик и креативных воркшопов, костюмированных фотосессии, перформансов и инсталляций на открытых территориях, деятельности ремесленных мастерских. С целью популяризации места можно планировать проведение выездных акций (тематические обеды, лекции, встречи с потомками коммунаров). Идеи для различных форм активности диктуют и сложившиеся в коммуне традиции - единый день бракосочетания, совершеннолетия, празднование масленицы, совместные встречи нового года, организация сезонных игр (каток на «чистом» пруду, крещение у источника, лыжные походы с чаепитием и проч.). Ситуация такова, что уже имеющаяся инфраструктура позволяет организовать круглогодичный формат активностей. Здесь есть все необходимое и для проведения исторических реконструкций (это могут быть темы встречи коммунаров, визита Б. Шоу в коммуну, жизни Оболенских и др.). Выяснилось, что местное население готово поддержать проект так называемыми специалистами – фермерской продукцией, кустарными изделиями, предоставлением возможности организовать ночлег и досуг.

Все указанные выше возможности были приняты в разработку, определены локации, в границах которых намеченные мероприятия, события могут происходить (здания клуба, музея, заброшенных электростанций, лесопилка, комплекс жилых домов, парк, пруд и др.) (рис.2). На этом этапе появились предпосылки для формирования и проработки архитектурно-градостроительных решений. При этом подразумевалось, что проект сегодня представляет собой скорее не фиксацию предложений, а непрерывно развивающийся процесс, в котором главной движущей силой представляется человеческий ресурс - люди, способные к проектному соучастию.

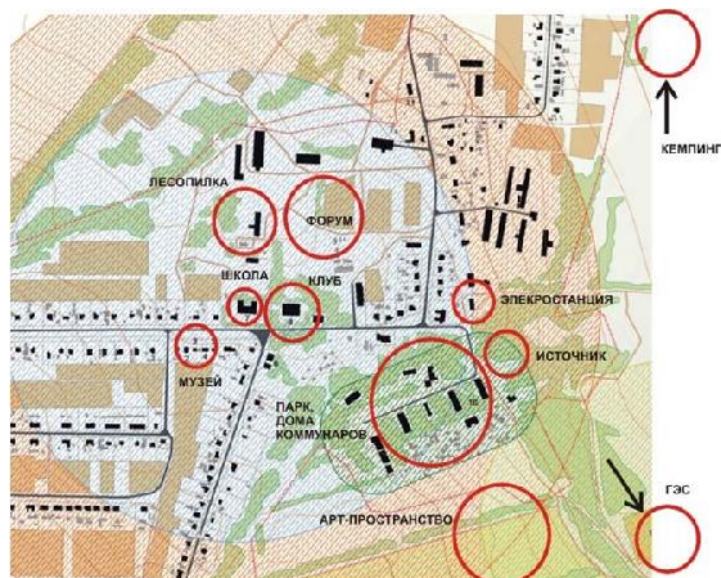


Рисунок 2 – Локации исторического арт-парка «Ирская коммуна»

Один из основоположников теории соучастия в развитии территорий В.Л. Глазычев предупреждал о том, что «труднее всего искренне и добровольно отказаться от навязывания людям готового решения, каким бы разумным оно ни казалось... Решение должно быть непременно выращено через длительный диалог... Мы не привносим готовую идею. Нам интересно разглядеть ее в местных ручьях, камнях, традициях и, главное, в людях». При грамотном и терпеливом процессе (проектирования развития потенциала территорий) осуществления она (надежда) проявляет свойство самосбытаемости». То есть проект «работает» как бы «сам по себе», если в него поверили исполнители и участники [3]. Такими «союзниками» развития территории на месте в рассматриваемом нами случае могут выступать и сами коммунары. В архивах сохранились материалы - публикации, отражающие их мечты.

Список использованных источников

1. Беллами, Э. Через сто лет / сокр. А. А. Николаевым. - Санкт-Петербург : Земля и воля, 1906. - 140 с.
2. Ленинским курсом : (Сборник документов по истории ордена "Знак Почета" колхоза им. В.И. Ленина Кирсанов. района Тамб. обл.) / [Под ред. канд. экон. наук О. К. Сазоновой] ; [Предисл. канд. ист. наук Н. Окатова] ; Парт. архив Тамб. обкома КПСС. Гос. архив Тамб. обл. - 2-е изд., дораб. и доп. - Воронеж : Центр.-Чернозем. кн. изд-во, 1970. - 342 с.
3. Вишневецкая, Ю. Глубинная Россия Вячеслава Глазычева / Ю. Вишневецкая, В. Лейбин // https://expert.ru/russian_reporter/2012/23/glubinnaya-rossiya-vyacheslava-glazyicheva/

УДК 72.03

67.07.03 Теория архитектуры. Архитектурные композиции

ПРИСПОСОБЛЕНИЕ ПАМЯТНИКОВ АРХИТЕКТУРЫ XVII – НАЧАЛА XX ВЕКА В ГОРОДЕ ТАМБОВЕ К СОВРЕМЕННОМУ ИСПОЛЬЗОВАНИЮ

Ельчищева Татьяна Фёдоровна,

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

Парамонова Любовь Алексеевна,

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

В статье рассматривается развитие архитектуры в городе Тамбове на примере значимых исторических зданий и их приспособление к современному использованию.

По указу царя Михаила Федоровича Тамбов [1–3] основан 17.04.1636 г. (по старому стилю) как крепость для защиты Московского государства от татарских набегов. Крепость строилась сыном стольника, воеводой Романом Федоровичем Боборыкиным. Место строительства было назначено при слиянии двух рек – Цны и Студенца. Водные преграды, дававшие природную защиту, дополнялись рукотворной защитой в виде рва, заполненным водой, и оборонительными валами. До нашего времени сохранился известный Татарский вал, являющийся военно-историческим памятником, выдержавшим свыше 80-и сражений близ Цны и Студенца. К концу XVII века город утратил роль сторожевого поста, стал торговым центром, из которого в Москву и Петербург купцы отправляли сало, солонину, скот, а на вырученные деньги строили особняки, питейные заведения, лавки, новые церкви. Затем Тамбов становится центром наместничества, а впоследствии – губернией.

В Тамбове много исторических памятников, по которым можно проследить развитие архитектуры, рассмотрим самые значимые. Первая из них – каменный Спасо-Преображенский кафедральный собор [4, 5] – был заложен в 1693 или 1694 году. Постройка двухэтажная, своды и купола достраивались в 1799 году. Алтарь в соборе ориентирован на северо-восток. Строительством каменного храма на месте деревянного руководил Епископ Питирим. Собор постоянно перестраивался, достраивался, у него долгая история, характеризующая сложное отношение общества к церкви на протяжении нескольких веков.

Храм Покрова Пресвятой Богородицы был построен в честь основания города Тамбова и освящен в день Покрова Пресвятой Богородицы 14.10.1637 г. Храм был возведен с южной стороны крепости, так как оттуда часто происходило нападение татар. После пожара 13.01.1763 г. деревянная церковь в 1768 г., вместо сгоревшей, была заменена каменной [2, 3].

Казанский мужской монастырь основан и возведен старцем Иосифом в XVII веке, примерно в 1670 г., с южной стороны города. В собственности монастыря находились земли Троицкой Дубравы, Троицкого Караула, хутор Трех Лощин, берег реки Кариян и земли близ села Татаново. Архитектура монастыря изменялась вследствие частых пожаров, которые были характерны для Тамбова того времени. Крупная перестройка была в середине XVIII века. Освящение монастыря состоялось в 1796 г. епископом Феофилом (Раевым). Архитектура монастыря выполнена по образу Успенского собора, расположенного в Саровском монастыре. Это единственная известная в мире православная церковь с росписью в технике «Гризайль». По свидетельствам, в монастыре в 1793 г. был посвящен в иеромонахи преподобный Серафим Саровский [6]. В конце XVIII века в Казанском мужском монастыре построен каменный архиерейский дом с Крестовой церковью в два этажа, который сохранился в настоящее время, с надстройкой, и уже в три этажа. «Город Тамбов – в который мы на другой день приехали, показался нам нарочито изрядным степным городом, хотя имел одну только тогда длинную улицу, но церквей в нем несколько, а лучшее здание составлял дом архиерейский, построенный на самом берегу реки Цны, и довольно великолепно и замысловато. Был он со всеми своими церквями, оградой и башнями, хотя деревянный, но мы обманулись и сочли его сперва каменным: так хорошо он был сделан и раскрашен» [7] – из воспоминаний писателя А.Т. Болотова.

В начале XVIII века все еще была угроза набегов со стороны степей Нижнего Поволжья и Прикубанья. Во время пожаров 1724 г. сгорели все постройки крепости, после этого внутреннюю часть города обнесли дубовым палисадом с восемью башнями.

В 1775 г. Екатерина II создала и подписала указ об «Учреждении губерний». Реформа предполагала деление губерний с уменьшением их территорий. Их количество при этом увеличилось в два раза. В некоторых губерниях выделялись отдельные области и ликвидировались провинции. Затем губернии переименовали в «наместничества». Такой переход происходил в период 1775 – 1785 гг. В 1779 г. город Тамбов стал центром наместничества. К нему были присоединены южные части Рязанского наместничества (в основном, Елатомский уезд), а также северная часть Воронежского наместничества. Также в наместничество входили: часть Мордовии, Липецкой, Воронежской и Рязанской областей. Современная Тамбовская область значительно меньше организованного в те времена наместничества. Об облике города Тамбова в XIX веке писал известный краевед И.И. Дубасов: «Город Тамбов во времена Державина представлялся в самом непривлекательном виде. На две тысячи домов-изб в нем было только два просторных дома со всеми барскими удобствами; казенные строения походили на развалины, по улицам в дождливое время не было проезда. И только обширный генерал-губернаторский деревянный дворец, наполовину занятый многочисленными губернскими присутствиями, немного скрашивал скудную картину города-деревни... Во дворце была просторная тронная зала с великолепным императорским тронном» [8].

Частные дома в провинции до 1780-х гг. можно было строить «по своему усмотрению и вкусу» [9], не думая о целостном восприятии внешнего облика города. Начиная с указанной даты планы в обязательном порядке должны были быть утверждены «Комиссией от строений». Здесь было указано местоположение каменных и деревянных построек, способы возведения, указаны и приведены «об-

разцовые» проекты возведения построек. Названные проекты разрабатывались известными столичными архитекторами. После утверждения альбомы образцовых проектов зданий и сооружений различного назначения были отправлены в губернии для повторного применения, являясь аналогами современных типовых проектов. Это давало возможность поддерживать на высоте необходимый профессиональный уровень и единый художественный характер архитектуры на территории всей огромной страны [10]. До наших дней сохранился «План губернского города Тамбова» от 9 декабря 1781 г., выданный «Комиссией от строений». Документ предписывал «очистить городское пространство от расположенных в беспорядке старых построек и создать упорядоченную сетку-структуру с геометрически правильными кварталами домов и прямыми улицами» [10]. Хотя прежняя планировка города, сформировавшаяся за полтора века при определенных природных условиях, и имела свои преимущества, но к концу XVIII века это уже начало угнетать дальнейший рост и развитие города. Полученный план обозначил новое направление и сетку улиц в соответствии с предыдущим направлением. Появились новые границы города. На протяжении всего XIX века велась работа по наведению порядка относительно всех построек города Тамбова в соответствии с новым планом, которая сопровождалась долгой, бюрократической перепиской с правительственными учреждениями. В то же время планировочная структура, заложенная в первом регулярном плане, сохранилась и выдержала испытание временем.

Интересно то, как менялся центр города и его население к концу XVIII века. По плану, выданному от «Комиссии строений» в центре города могли находиться только каменные строения, те кто по финансовым причинам не мог заменить свои деревянные дома на каменные – лишались своей усадебной территории. Так, например, недалеко от места будущей усадьбы Толмачева находилась усадьба дворянина Свечина. Последнему полицией было дано предписание – возвести каменные строения вместо деревянных. В это время также происходил процесс вытеснения дворян из центра города вследствие того, что купцы становились более состоятельными. Город Тамбов постепенно превращался из города-крепости в купеческий центр, становясь торговой точкой на пути из Астрахани в Москву. Середина XIX века отмечена строительством новых каменных зданий. Были возведены Гостиный двор, присутственные места, мужская гимназия и Александровский институт. Центр города сформировался к концу XIX века, когда было завершено строительство читальни Нарышкина, здания Государственной думы и здания Дворянского собрания [11].

Строительство Гостиного двора началось в 1834 г., когда из Петербурга пришло разрешение на строительство. Гостиный двор было разрешено построить на Дворцовой улице, напротив домов Толмачева и Малина. Уже в 1837 г. здание Гостиного двора было готово к эксплуатации. Оно выполнено в два этажа, в стиле классицизма, по образцу Гостиного двора в города Петербурга с красивой, строгой колоннадой из 42-х колонн. В 1956 г. здание реконструировали, при этом сохранился и внешний вид, кроме открытой галереи в уровне второго этажа.

Тамбовский край прославили многие всемирно известные люди. Например, наместник-губернатор и поэт Гавриил Державин, композитор Сергей Рахманинов, ученый Владимир Вернадский, выдающийся селекционер Иван Мичурин, династия тамбовских дворян Чичериных, хирург и священник Валентин Войно-Ясенецкий. Гавриил Романович Державин, русский поэт, энергичный и деятельный правитель, был губернатором Тамбовской области в период с марта 1786 по декабрь 1788 года. За такой короткий период он многое сделал для города, его благоустройства и развития. Державин хотел сделать реку Цну судоходной до Тамбова, чтобы облегчить доставку в город дров, камня, леса для строительства, в чем он испытывал нехватку, и улучшить торговлю тамбовскими товарами. Во время весеннего половодья образовывался крупный сток воды из реки Ерика, притока Цны. Проект регулирования стока реки Цны с помощью строительства плотины, был разработан по его инициативе. В 1787 году в Тамбове, через реку Чумарса, были построены каменные сараи с печами для обжига. Только при Державине, по документам, было возведено 20 восьмидесятиметровых сараев для сушки кирпича и три печи для обжига. Из-за начала русско-турецкой войны все государственное строительство в городах прекратилось. Епископ Феофил, руководивший строительством каменного храма, смог воспользоваться существующим положением дел кирпичного завода в Тамбове. Поэтому часть государственных кирпичных сараев была арендована церковным отделом. В это время во всех Тамбовских монастырях: Вознесенском, Казанском, Трегуляевском происходило возведение храмов и других построек.

Большое внимание уделялось строительству отдельных сооружений в губернии и городе. В это же время предпринимались и некоторые другие мероприятия, обусловленные новым значением города и духом того времени. В этом помогала непрекращающаяся переписка с архитектором Николаем Александровичем Львовом, с которым Державин советовался по вопросам строительства и архитектуры. Особый интерес представляет письмо Львова к Державину, в котором он пишет о причастности к разработке Тамбова архитектора Джакомо Тромбара, который приехал в Россию вместе со знаменитым архитектором Кваренги. Также Державин просил Львова оказать помощь в переделке кафедраль-

ного Преображенского собора (сейчас Спасо-Преображенский кафедральный собор), который в то время был в очень плохом состоянии, и в котором в последствии размещался Тамбовский краеведческий музей (с 1929 по 1994 г.).

Единственное в городе сохранившееся свидетельство строительства при Г.Р. Державине – это каменный мост, который был возведен через реку Студенец. Он расположен на современной улице Советской. Мост был возведен в 1788 г. в соответствии с поручением генерал-губернатора Ивана Васильевича Гудовича, архитектура моста была выполнена по образцу Яузского моста в Москве [11]. Судя по архивным документам, организацию и контроль строительных работ осуществлял сам Г.Р. Державин. Вследствие проблем с поставками камня, мост строился из разнокалиберного кирпича, однако благодаря тому, что руководил постройкой моста мастер Лукини, мост стоит до сих пор.

В 1786 г. в Тамбове было открыто первое Народное училище. Уже через год в некоторых уездах Тамбовской губернии открылось еще шесть малых Народных училищ, развитие образования выходит на новую ступень. К 1788 г. в Тамбов начали переводить Тамбовскую духовную семинарию, открытую в 1779 г. и первоначально размещенную в Нижнеломовском Казанско-Богородицком мужском монастыре [11] (г. Пенза).

В 1788 г. Г.Р. Державин был отстранен от губернаторской должности под предлогом различных допущенных им упущений по службе. В память о губернаторе Г.Р. Державине в Тамбове в его честь названа улица. После отъезда Державина Тамбов стал застраиваться по всей площади, по плану выданному «Комиссией от строений», в размере 439 десятин. В городе все еще оставалось множество пустырей и не просыхающих болот, но несмотря на это уже начали вырисовываться запроектированные кварталы. В 1796 г. Тамбовское наместничество было переименовано в Тамбовскую губернию.

В первой половине XIX века, в соответствии с правительственными распоряжениями и, особенно, после массовых пожаров, началось строительство новых каменных зданий. Начало века для архитектуры характерно подчинением общегосударственным интересам. В области градостроительства это нашло свое отражение в его строгой регламентации. К этому времени относится разработка образцовых проектов фасадов жилых домов и застройки городских кварталов. Для проектирования привлекались лучшие архитекторы, такие, как В.П. Стасов, Л. Руска, А.Д. Захаров, В. Гесте и другие. Применялись проекты образцовых фасадов жилых домов 1809–1812 гг. из специальных альбомов. В них были представлены разработанные «образцовые» проекты административных и общественных зданий. Кроме того, регламентировалось также строительство различных сооружений – заборов, башен, и архитектурных деталей – окон, ставень, дверей, ворот. Покраска фасадов зданий регламентировалась рассылаемыми образцами колористического решения. В характере застройки города в это время наблюдается разделение строений по их социальной принадлежности к определенным группам населения. Центр был отдан под застройку дворянством и купечеством, окраины предназначались для домов малоимущих и неимущих жителей. Регламент застройки отразился в облике г. Тамбова, в своей архитектуре он приобрел типичные черты провинциальных городов [12] России первой половины XIX века.

В это время в городе происходит строительство множества значимых построек для социальной и культурной структуры – строятся образовательные и культурно-просветительские здания. Одной из визитных карточек города стало здание под современным названием – Музыкально-педагогический институт имени С.В. Рахманинова – одно из старейших образовательных учреждений музыкального профиля в стране [11]. Из истории. Училище берет начало в 1879 г. с организации С.М. Старковым музыкальных классов Общества любителей музыкального искусства. Русское Императорское музыкальное общество в Тамбове получает в свое распоряжение музыкальные классы отделения в 1882 г. Впоследствии музыкальное учреждение становится самостоятельным учебным заведением. Оно называлось сначала училищем, затем – народной консерваторией, государственной консерваторией, музыкальным техникумом, музыкальным училищем. Имя нашего земляка, великого русского композитора Сергея Васильевича Рахманинова, было присвоено училищу в 1959 г. В 1996 году на базе музыкального училища был образован Тамбовский музыкальный педагогический институт имени С.В. Рахманинова. Само здание учебного заведения было построено для по заказному проекту в 1903 г. На здании установлена и в настоящее время сохранена памятная доска с надписью: «Настоящее здание трудами и заботами Василия Михайловича Петрово-Соловова сооружено по проекту архитектора Ф.А. Свирчевского» [11]. Здание имеет красивый большой фронтон, строгую симметрию всех элементов фасадов. Оно выполнено в стиле «модерн» с его причудливыми узорами. Над входом устроен центральный металлический навес. Училище до настоящего момента не потеряло своей главной функции и обучает в своих стенах молодых людей музыкальному искусству.

Здание нынешней Областной картинной галереи на улице Советской (ранее Большая) изначально строилось для «Общества народных чтений». Для этого городская управа по ходатайству мецената Э.Д. Нарышкина выделила участок земли. Фундамент здания был заложен 14.05.1891 г., руководил строительством архитектор А.С. Черняков. Им закупались самые современные строительные матери-

лы того времени. Здание построено за полтора года, было оснащено водопроводом, канализацией и электричеством. Эту постройку нельзя отнести определенному стилю, но его достоинство в том, что здание – образец высокого мастерства в деле выполнения кирпичной кладки.

Здание Губернского казначейства и казенной палаты. В императорской России эти учреждения занимались сбором налогов и расчетно-кассовым обслуживанием различных организаций. Это двухэтажное здание, построенное в начале XX века. Оно расположено на пересечении трех центральных улиц города – Советской, Московской и Мичуринской, поэтому здание имеет отличительную особенность – это три парадных, ярких и выразительных, фасада, обращенных на три улицы. Здание выполнено из кирпича, оно имеет богатый декор.

Дворец бракосочетания на улице Интернациональной. Это здание являлось первоначально собственным жилым домом и было построено тамбовским купцом В.М. Селезевым в середине XIX века. Дом с интересной и непростой судьбой. В годы восстаний на Тамбовщине здесь был размещен отдел по борьбе с восстанием, тут велись допросы, выносились и приводились в исполнение приговоры. После реставрации здесь был размещен детский дом завода «Ревтруд». Как Дворец бракосочетания оно стало функционировать после капитальной реконструкции. Архитектурный стиль здания – «модерн» с элементами ренессанса и классицизма.

Здание Земельного банка на улице Интернациональной было построено в 1911 г. В настоящее время это главный корпус ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный университет имени Г.Р. Державина». Архитектор Ф.А. Ливчак запроектировал здание в смешанном стиле, здесь сочетаются эклектика и модерн. Фасад здания симметричный, его украшением служит большое витражное окно над парадным входом. По обе стороны от входа расположены апсиды, обрамленные колоннами. Центральная часть здания покрытая куполом, фасада здания украшен аттиком и лепной отделкой, что добавляет зданию его гармоничное восприятие.

Аптека Гакена на улице Советской была построена провизором Карлом Гакеном в 1870-х гг., архитектор неизвестен, в 1883 г. здание перестраивалось провизором К. Щуко. Двухэтажное здание бирюзового цвета, маленького размера, простое в плане с интересной отделкой фасадов большим количеством лепнины. Главный фасад здания имеет три окна и два входа. Все элементы выполнены и расположены симметрично и имеют геометрическую точность всех деталей. Стиль, в котором выполнено здание – поздний ренессанс. Здание богато украшено, что служило для привлечения покупателей. Как аптека здание функционировало до революции, а также после нее. В 1999 г. была проведена капитальная реставрация, и в здании было размещено областное Управление культуры.

Еще одно из строений старого Тамбова расположено на улице Августа Бебеля, недалеко от улицы Советской. Это в настоящее время Тамбовский колледж искусств, а ранее – здание приюта для слепых детей. Здание приюта двухэтажное, оно было возведено в 1911–1912 гг. по заказному проекту архитектора Е.А. Мозгалевского по решению и на средства Крестовоздвиженского братства, а также добровольные пожертвования многих горожан и представителей знатных семей. Здание выполнено в стиле «эклектика» и имеет множество интересных архитектурных деталей. На втором этаже была расположена домовая церковь, освященная во имя иконы Божией Матери «Нечаянная радость», сейчас в помещении церкви располагается концертный зал с уникальными акустическими характеристиками.

Здание Областного управления МЧС России по Тамбовской области входит в число памятников архитектуры г. Тамбова. Оно было построено в начале XX века купцом первой гильдии В.В. Аносовым. Своим внешним видом двухэтажный кирпичный особняк напоминает средневековый замок. Здание было выполнено в стиле модерн с ассиметричным фасадом. При строительстве дома применялись новейшие для того времени строительные материалы – бетон и металлические конструкции. Вокруг дома за высокой кирпичной стеной располагалась обширная усадьба. Часть этой стены с воротами и некоторые хозяйственные постройки сохранились до сегодняшнего времени.

Здание Тамбовской городской думы сначала использовалось по назначению, с 1913 г. – под женскую гимназию, после 1917 г. – отдано под жилье. Затем снова отдано городской власти, тут располагались редакция газет и Городская дума, сейчас – Избирательная комиссия области.

Исторических памятников в городе, построенных в рассматриваемый период, весьма значительное количество, например, Усадьба Асеева, дом Ивана Сатина, усадьба дворян Чичериных, Тамбовский почтамт, усадьба Матвея Малинина, дом купца Толмачева.

Образ города складывался не одно столетие, по политическим, экономическим и градостроительными причинами строились те или иные постройки, менялись улицы, облик города, население [13-18]. Неизменным остается то, что в разные периоды истории исторические памятники архитектуры меняли свое назначение. В каких-то случаях первоначальное назначение полностью утрачивалось, в других прослеживается возвращение к исходному, иногда цикличное. Однако в любое время про памятники не забывали и делали все, чтобы здание функционировало, их приспособляли под различные нужды того времени. Так, например, Дворец Бракосочетания строился как

жилой дом, в годы Антоновского восстания тут выносились и исполнялись приговоры Полномочной комиссией ВЦИК, затем был детский дом, и спустя время здесь проводились и до сегодняшнего момента проводятся церемонии бракосочетания. Таким образом, хочется отметить, что рассмотренные памятники функционируют в г. Тамбове на сегодняшний момент, встраиваются в нужды города путем приспособления к современному использованию.

Список использованных источников

1. Герб Тамбова [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.heraldicum.ru/russia/subjects/towns/tambov.htm> (дата обращения: 24.03.2022)
2. Историческая справка – Администрация Тамбовской области [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.tambov.gov.ru/ekon/region/history.html> (дата обращения: 15.02.2022)
3. О городе Тамбове [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://tambov.holme.ru/info/about/> (дата обращения: 28.02.2022)
4. Старинные постройки города Тамбова (XVII–XVIII веков) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.tambov.ru/tambov/tambov-history/item/56-starinnye-postroyki-tambova.html> (дата обращения: 14.03.2022)
5. Инфоурок [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://infourok.ru/pamyatniki-arhitekturi-goroda-tambova-3175059.html> (дата обращения: 21.02.2022)
6. Казанский монастырь (Тамбов) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://ru.wikipedia.org/wiki/Казанский_монастырь_\(Тамбов\)](http://ru.wikipedia.org/wiki/Казанский_монастырь_(Тамбов)) (дата обращения: 20.02.2022)
7. Юстова Е. И. Тамбов. Памятники архитектуры / Е.И. Юстова, Максимов М. М. // Воронеж, центр.-Черноземное кн. Изд-во, 1979. – 60 с.
8. Тамбовград – исследование родного края [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://tambovgrad.ru/photo/Istorija-Tambova/1647> (дата обращения: 20.02.2022)
9. Карты Тамбовской губернии [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://tambovgrad.ru/photo/49-Karty/index.html> (дата обращения: 29.03.2022)
10. Бондарев, П. А. Торговые ряды в городе Тамбов: история их создания и возможность использования в современных условиях / П. А. Бондарев, Г. А. Чесноков, Л. В. Кригер // Архитектурные исследования. – 2020. – № 1(21). – С. 11-20 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://elibrary.ru/download/elibrary_42478889_97229745.pdf (дата обращения: 20.02.2022)
11. Тамбов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://ru.wikipedia.org/wiki/Тамбов> (дата обращения: 20.02.2022)
12. Стрекалов, Д.В. Социально-демографическое развитие губернского города Тамбова в конце XVIII – первой половине XIX вв. // Дисс.... канд. истор. наук. – Специальность 07.00.02 – Отечественная история. – Тамбов, 2010. – 403 с.
13. 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.
14. 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.
15. P. Monastyrev, E. Mischenko, N. Kuznetsova. Problems of Integration of Cultural Heritage Objects with Architectural and Historical Environment of the City. 2018 IOP Conf. Ser.: Mater. Sci. Eng. 463 032045 <https://doi.org/10.1088/1757-899X/463/3/032045>
16. 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.
17. Pakhomova, E.G., Jezersky, V.A., Monastyrev, 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.
18. Pavel V. Monastyrev, Elena S. Mishchenko, Natalia V. Kuznetsova, Anastasia I. Bezgina. 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.

ВЛИЯНИЕ СЕРНОЙ КИСЛОТЫ НА ПРОЧНОСТНЫЕ СВОЙСТВА ДРЕВЕСНО-НАПОЛНЕННОГО ПОЛИМЕРНОГО КОМПОЗИТА

Ярцев Виктор Петрович,

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

Данилов Владислав Михайлович,

*ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», аспирант
e-mail: vm.danilov1997@gmail.com*

Крюкова Ангелина Андреевна,

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

На данный момент разработка строительных материалов повышенной долговечности и надежности является приоритетной задачей ввиду того, что современные методы строительства требуют высокие эксплуатационные характеристики к применяемым материалам. Полимерные материалы на основе эпоксидных смол имеют хорошие физико-механические характеристики и стойки к действию агрессивных сред [1].

Так же на данный момент вопросы переработки отходов древесного производства являются крайне актуальными ввиду того, что политика и экономика развитых стран диктует идеологию максимального энергосбережения и снижения ресурсоемкости промышленности. Отходы лесозаготовительных производств (опилки) не нашли должного применения в строительной отрасли [2]. Ввиду этого добавление в полимерный композит пеллет, получаемых путем экструзии опилок, может решить этот вопрос.

Состав композитного материала включает в себя: связующее из эпоксидной смолы и наполнителя из прессованных опилок с добавлением песка. Соотношение компонентов определяется математическим планированием. Для исследования реализован трехфакторный план, где факторами являются смола (фактор z1), песок (фактор z2) и пеллеты (фактор z3), а целевыми функциями являются прочность на сжатие и на изгиб.

В каждой точке такого плана выполняется условие: $z1+z2+z3=1$. В выбранном плане рассматриваются четыре уровня: 0; 0,333; 0,5; 1. В ходе предыдущего исследования были получены результаты прочности на сжатие и изгиб для древесно-наполненного композита без внешних воздействий [3]. Результаты сведены в таблицу 1.

Определение физико-механических характеристик (прочность на центральное сжатие $R_{сж.}$, МПа и изгиб $R_{изг.}$, МПа) проводилось для подготовленных образцов в виде балок размером 20×20×120 мм. При этом были предусмотрены по три образца дублера в каждой партии. После формовки образцов они выдерживались в течение 2 часов в тепловой камере при температуре 100 °С, с последующим охлаждением до комнатной температуры. Испытания на прочность образцов проводилось по методике ГОСТ 10180–2012.

Таблица 1

Результаты исследования для древесно-наполненного композита

Поз.	Факторы, используемые при математическом планировании			$R_{сж.}$, МПа	$R_{изг.}$, МПа
	z1 (смола)	z2 (песок)	z3 (пеллеты)		
1	1	0	0	70,524	23,895
2	0	1	0	80,748	21,989
3	0	0	1	65,670	7,988
4	0,5	0,5	0	57,198	18,314
5	0,5	0	0,5	64,587	15,106
6	0	0,5	0,5	66,002	13,246
7	0,333	0,333	0,333	77,370	12,841

Для изучения влияния серной кислоты на прочностные характеристики древесно-наполненного композита образцы выдерживались в течение 7 суток и 14 суток под воздействием серной кислоты. Результаты испытаний приведены в таблицах 2 и 3.

Таблица 2

Результаты исследования для древесно-наполненного композита, после 7 суток воздействия серной кислоты

Поз.	Факторы, используемые при математическом планировании			R _{сж.} , МПа	R _{изг.} , МПа
	z1 (смола)	z2 (песок)	z3 (пеллеты)		
1	1	0	0	83,566	16,735
2	0	1	0	79,535	16,574
3	0	0	1	57,734	14,379
4	0,5	0,5	0	77,317	18,936
5	0,5	0	0,5	57,461	14,674
6	0	0,5	0,5	73,174	14,526
7	0,333	0,333	0,333	64,776	12,270

Из таблицы следует, что наивысшая прочность на изгиб после воздействия серной кислоты получена для точки 4 (18,936 МПа). До воздействия данной среды значение было равно 18,314 МПа. Изменения не значительные. Следовательно, композит, полученный по рецептуре этой точки устойчив к воздействию серной кислоты. Наименьшая прочность на изгиб полимерных образцов получена для точки 7 и равна 12,270 МПа. До воздействия данной среды значение прочности в этой точки составляло 12,841 МПа. Спад прочности не значительный, следовательно, материал устойчив к действию данной агрессивной среды. Наивысшая прочность на сжатие после воздействия серной кислоты получена в точке 1 и равна 83,566 МПа. Область наивысших прочностей после 7 суток воздействия сместилась и находится в области точек 1, 2, 4. Для точки 1 характерно наибольшее содержание смолы, а в точках 2 и 4 содержится песок. Для трех точек характерно наименьшее содержание древесных гранул. Наименьшая прочность полимерных образцов на сжатие наблюдается в области точек 3 и 5. Для них характерно отсутствие в составе песка. Следовательно, наличие песка в материале или большее содержание смолы делает его более устойчивым к серной кислоте.

Таблица 3

Результаты исследования для древесно-наполненного композита, после 14 суток воздействия серной кислоты

Поз.	Факторы, используемые при математическом планировании			R _{сж.} , МПа	R _{изг.} , МПа
	z1 (смола)	z2 (песок)	z3 (пеллеты)		
1	1	0	0	87,842	27,378
2	0	1	0	94,347	22,316
3	0	0	1	86,276	14,756
4	0,5	0,5	0	80,612	22,520
5	0,5	0	0,5	86,642	15,889
6	0	0,5	0,5	99,586	21,457
7	0,333	0,333	0,333	68,273	19,193

Из таблицы следует, что наивысшая прочность на изгиб после 14 суток воздействия серной кислоты находится в точке 1 (27,378 МПа). До воздействия данной среды в этой точке также наблюдалось наивысшее значение прочности на изгиб (23,895 МПа). Прочность увеличилась, изменился характер разрушения. Следовательно, произошли изменения структуры композита. Наименьшая прочность на изгиб полимерных образцов находится между точками 3 и 5. До воздействия данной среды значения прочности в этих точках также были не высокими. Для них характерно большое содержание древесных гранул. Следовательно, рецептуры из данной области не следует применять, если предполагается использование материала в местах, где возможно воздействие серной кислоты. Наивысшая прочность на сжатие после 14 суток воздействия получена в области точек 2 и 6. Значения прочностей здесь 94,347 и 99,586 МПа соответственно. Для точек в этой области характерно содержание песка в составе. Следовательно, как уже отмечалось выше, наличие песка в составе делает его более устойчивым к воздействию серной кислоты.

Список использованных источников

1. Микульский, В.Г. Строительные материалы: учебник / В. Г. Микульский. – М.: Изд-во АСВ, 1996. – 274 с.
2. Леонович, А. А. Древесноплитные материалы специального назначения / А. А. Леонович. – Изд.: Лань, 2019. – 160 с.
3. Новикова, Н. О. Древесно-наполненный композит на основе эпоксидной смолы / Н.О. Новикова, В.П. Ярцев // Вестник ТГТУ. – №25(1), 2019. – С. 142-148.

УДК 666.9.014

67.09.33: Бетоны. Железобетон. Строительные растворы, смеси, составы.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ СТРУКТУРООБРАЗОВАНИЯ И НАБОРА ПРОЧНОСТИ ЦЕМЕНТНЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ МОДИФИЦИРОВАННЫХ МНОГОКОМПОНЕНТНОЙ ПОЛИФУНКЦИОНАЛЬНОЙ ДОБАВКОЙ

Шведова Мария Александровна

*ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет»,
инженер кафедры химии и химической технологии материалов
e-mail: marishwedowa@mail.ru*

Артамонова Ольга Владимировна

*ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет»,
д.т.н., профессор кафедры химии и химической технологии материалов
e-mail: ol_artam@rambler.ru*

Развитие технологий современного строительства (возведение высотных зданий, 3D-печать, создание уникальных архитектурных форм и т.п.) требует разработки новых и усовершенствования существующих цементных композиционных материалов, обладающих заданным комплексом эксплуатационных свойств [1, 2]. Для создания таких композитов на основе цемента целесообразно использовать многокомпонентные полифункциональные добавки, содержащие индивидуальные компоненты, обладающие различными механизмами действия. Собственные теоретические исследования [3] позволили установить, что для обеспечения максимальной эффективности многокомпонентные полифункциональные добавки для цементных композитов должны включать неорганический, органический-суперпластифицирующий и армирующий компоненты. В качестве неорганического компонента следует использовать микро-, ультрамикро- и наночастицы соединений, содержащих диоксид кремния [4]. В качестве органического компонента предлагается использовать суперпластификаторы (СП) на основе поликарбоксилатных эфиров, поскольку по сравнению с другими видами СП они являются более эффективными, доступными, не оказывают отрицательного воздействия на композиционный материал и металлическую арматуру, а также обладают относительно невысокой стоимостью [5]. В качестве армирующего компонента уместно использовать полипропиленовое волокно. Это обусловлено тем что, в отличие от стеклянных, металлических и базальтовых волокон полипропиленовая фибра характеризуется относительно высокими температурами воспламенения и размягчения, стойкостью к действию различных химических веществ, а также устойчивостью к различным видам коррозии [6].

Таким образом, актуальной является проблема разработки и применения многокомпонентных, полифункциональных добавок на основе активных частиц SiO_2 , а также исследования совместного действия компонентов таких добавок на формирование структуры и свойств цементных композитов.

Цель данной работы состояла в исследовании влияния многокомпонентной полифункциональной добавки состава «наноразмерные частицы SiO_2 – суперпластификатор – полипропиленовое волокно» на процессы гидратации, структурообразования и набора прочности цементных композиционных материалов.

Исходными компонентами для получения цементных композиционных материалов являлись портландцемент (Ц) марки ЦЕМ I 42.5 (ГОСТ 31108-2016), техническая вода (В) (ГОСТ 23732-2011), суперпластификатор (СП) на основе поликарбоксилатных эфиров (СП). В качестве наполнителя использовалась известняковая мука (ИМ) с содержанием CaCO_3 не менее 95% (ГОСТ 32761-2014). В качестве заполнителя использовался кварцевый песок (П) с модулем крупности $M_k \leq 1.25$ (ГОСТ 8736-2014). Основными составляющими многокомпонентной полифункциональной добавки являются: 1) комплексная наноразмерная добавка (КНД) на основе частиц SiO_2 ($d = 5 - 10$ нм, $\omega(\text{SiO}_2) = 0.01$ %) и суперпластификатора (СП) ($\omega(\text{СП}) = 0,2$ %), полученная золь-гель синтезом по методике, подробно

изложенной в работе [7]; 2) СП марки Sika® ViscoCreate® T100 (на основе поликарбоксилатных эфиров); 3) полипропиленовое волокно марки SikaFiber® PPM-12 длиной 12 мм. Процесс получения многокомпонентной полифункциональной добавки состоит в том, что необходимое количество СП вводится в КНД и перемешивается. Далее в полученный раствор вводится полипропиленовое волокно, полученная смесь перемешивается.

Образцы цементных композиционных были получены путем перемешивания в смесителе сухих компонентов (цемент, песок или цемент, известняковая мука) с полученной многокомпонентной полифункциональной добавкой в течение 3 мин. Массовые соотношения Ц : ИМ и Ц : П составляли 1:1 и 1:1.25 соответственно. В/Ц-отношение в цементных системах с песком составляло 0.26, а системах с известняковой мукой – 0.37. Таким образом, были получены модифицированные цементные композиционные материалы – Ц – В – СП – КНД – П – ВЛ, Ц – В – СП – КНД – ИМ – ВЛ. В качестве эталонной системы была принята система Ц – В – СП – КНД (В/Ц = 0.24).

Для полученных образцов методом рентгеновской дифрактометрии определяли фазовый состав и степень гидратации (порошковый дифрактометр ARL X'TRA, CuK_α -излучение, $\lambda = 1,541788 \text{ \AA}$). Полученные данные обрабатывали с помощью комплекса программ PDWin 4.0 [8]. Степень гидратации полученных композиционных материалов (C_T) рассчитывали по содержанию фазы алита ($3\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2$ (C_3S)) путем сравнения их дифрактограмм с дифрактограммой образца чистого цементного клинкера [9]:

$$C_T(\text{C}_3\text{S}) = \left(1 - \frac{I_{\text{мод}}}{I_0}\right) \times 100\%$$

где $I_{\text{мод}}$ – интенсивность дифракционного максимума при $d = 2.75 \text{ \AA}$ фазы $3\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2$ образцов разного состава; I_0 – интенсивность дифракционного максимума при $d = 2.75 \text{ \AA}$ фазы $3\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2$ исходного цемента.

Кинетику набора прочности исследуемых цементных систем твердения определяли путем разрушения образцов-кубов размером $5 \times 5 \times 5 \text{ см}$ на испытательной машине INSTRON Satas 1500HDS. Для обеспечения статистической достоверности результатов физико-механических испытаний число образцов в сериях было принято 6. Погрешность измерения составляла $\pm 0,5 \%$.

Рентгенодифрактометрические исследования модифицированных цементных композитов (табл., рис. 1) позволили установить, что после 28 суток твердения для них характерны достаточно высокие значения степеней гидратации – 88 % для систем с известняковой мукой и 89 – 90 % для систем с кварцевым песком. Наибольшее значение C_T равное 93 % достигается в эталонной системе Ц–В–СП–КНД.

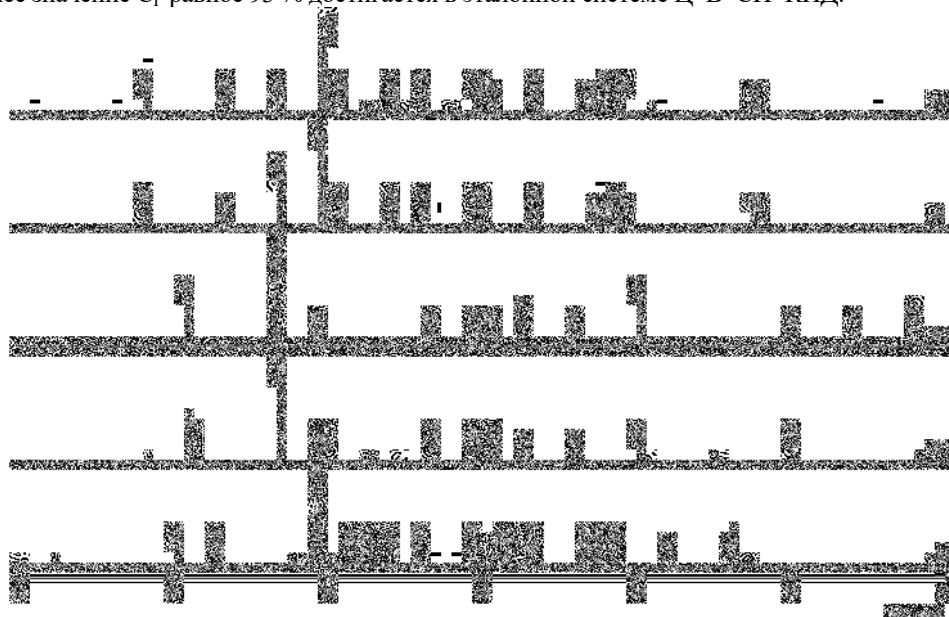


Рисунок 1 – Рентгенограммы исследуемых цементных систем твердения. Обозначено : а) Ц–В–СП–КНМ; б) Ц–В–СП–КНМ–П; в) Ц–В–СП–КНМ–П–ВЛ; г) Ц–В–СП–КНМ–ИМ; д) Ц–В–СП–КНМ–ИМ–ВЛ (продолжительность твердения 28 суток)

SiO_2 ($d = 4.25, 3.35, 2.45, 1.82, 1.38$); CaCO_3 ($d = 3.34, 3.03, 2.28, 2.07, 1.59$);
 $(\text{CaO})_x \cdot \text{SiO}_2 \cdot z\text{H}_2\text{O}$ ($d = 3.05, 2.93, 2.31, 1.67, 1.62$); $x\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2 \cdot z\text{H}_2\text{O}$ ($d = 3.06, 2.80, 2.65, 2.14, 2.06$);
 $\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ ($d = 4.24, 3.01, 2.78, 2.50, 1.89$); $2\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ ($d = 2.92, 2.75, 1.93, 1.86, 1.75$);
 $3\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ ($d = 3.26, 3.01, 2.88, 2.47, 2.08$);
 $3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{CaCO}_3 \cdot 11\text{H}_2\text{O}$ ($d = 3.78, 2.85, 2.52, 2.34, 2.09$)

Кроме того, установлено, что фазовый состав модифицированных композиционных материалов после 28 суток их твердения (табл.1, рис. 1) зависит от вида заполнителя и наполнителя. Так, доминирующей фазой цементных композиционных материалов с песком является кварц (SiO_2), а композиционных материалов с известняковой мукой – карбонат кальция (CaCO_3). При этом, основными гидратными фазами эталонной системы и систем с кварцевым песком являются низко- и высокоосновные гидросиликаты кальция состава $(\text{CaO})_x \cdot \text{SiO}_2 \cdot z\text{H}_2\text{O}$, $x\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2 \cdot z\text{H}_2\text{O}$, $\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$, $2\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$, а фазовый состав систем Ц–В–СП–КНД–ИМ, Ц–В–СП–КНД–ИМ–ВЛ представлен высоко- и низкоосновными гидросиликатами кальция состава $3\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ и $\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$, а также небольшим количеством фазы гидрокарбоалюмината кальция $3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{CaCO}_3 \cdot 11\text{H}_2\text{O}$. Фаза портландита ($\text{Ca}(\text{OH})_2$) в исследуемых системах не фиксируется.

Таблица 1

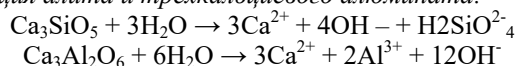
Фазовый состав и степень гидратации исследуемых цементных систем
(продолжительность твердения 28 суток)

Система	C_2 , %	Фазовый состав
Ц–В–СП–КНД	93	$(\text{CaO})_x \cdot \text{SiO}_2 \cdot z\text{H}_2\text{O}$, $x\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2 \cdot z\text{H}_2\text{O}$ $\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$, $2\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$
Ц–В–СП–КНД–П	89	SiO_2 , $\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$, $2\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ $(\text{CaO})_x \cdot \text{SiO}_2 \cdot z\text{H}_2\text{O}$, $x\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2 \cdot z\text{H}_2\text{O}$
Ц–В–СП–КНД–П–ВЛ	90	SiO_2 , $\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$, $2\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ $(\text{CaO})_x \cdot \text{SiO}_2 \cdot z\text{H}_2\text{O}$, $x\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2 \cdot z\text{H}_2\text{O}$
Ц–В–СП–КНД–ИМ	88	CaCO_3 $3\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$, $3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{CaCO}_3 \cdot 11\text{H}_2\text{O}$ $\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$
Ц–В–СП–КНД–ИМ–ВЛ	88	CaCO_3 $3\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ $3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{CaCO}_3 \cdot 11\text{H}_2\text{O}$ $\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$

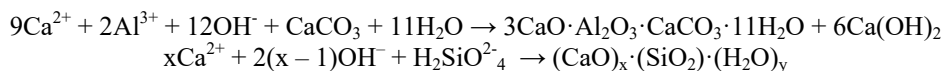
Полученные результаты, вероятно, обусловлены тем, что кварцевый песок, являясь инертным к минералам цементного клинкера, не принимает участия в реакциях гидратации и формирования гидратных новообразований цементного камня. Частицы известняковой муки обладают достаточно активной поверхностью, и, при условии существования избытка ионов Ca^{2+} , могут вступать во взаимодействие с алюминатной составляющей цементного клинкера и участвовать в гетерогенных процессах формирования гидратных фаз. Результатом таких взаимодействий является соединение состава $3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{CaCO}_3 \cdot 11\text{H}_2\text{O}$. Полученные данные частично согласуются с работами [10,11].

Отсутствие фазы портландита очевидно связано с введением во все исследуемые цементные системы наноразмерных частиц SiO_2 – ввиду своего размера и развитой удельной поверхности они формируют низко- и высокоосновные гидросиликаты кальция в результате взаимодействия со свободным $\text{Ca}(\text{OH})_2$, который является продуктом реакции гидратации алита (и в системах с кварцевым песком, и в системах с известняковой мукой), а также образуется в результате реакции образования гидрокарбоалюмината кальция (в системах с известняковой мукой). При этом происходят следующие химические превращения:

1) растворение и гидратация алита и трехкальциевого алюмината:



2) формирование гидрокарбоалюмината кальция и низко- и высокоосновных гидросиликатов кальция:



Результаты исследования кинетики набора прочности исследуемых композиционных материалов представлены на рисунке 2. Установлено, что на протяжении всего времени твердения наибольшие прочностные показатели характерны для эталонной системы Ц–В–СП–КНД. В системах с известняковой мукой и кварцевым песком значения $R_{сж}$ ожидаемо снижаются, что обусловлено наличием в их составе инертных частиц кварцевого песка и менее активных, чем цементный клинкер, частиц извест-

няковой муки. Однако, после 28-х суток твердения модифицированные композиционные материалы, не зависимо от наличия волокна в их составе, достигают достаточно высоких прочностных показателей – $R_{сж.}$ составляет 82 и 82 – 85 МПа для модифицированных систем с известняковой мукой и кварцевым песком соответственно.

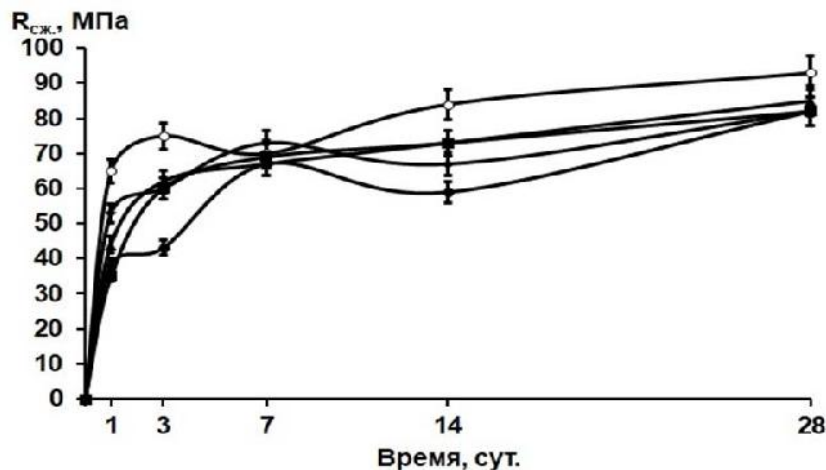


Рисунок 2 – Кинетические кривые набора прочности исследуемых цементных систем твердения.

Обозначено: ○ - Ц-В-СП-КНД; ♦ - Ц-В-СП-КНД-П; ▲ - Ц-В-СП-КНД-П-ВЛ;

● - Ц-В-СП-КНД-ИМ; ■ - Ц-В-СП-КНД-ИМ-ВЛ

Можно заметить, что в эталонной системе Ц-В-СП-КНД на 7 сутки твердения, а в композиционных системах Ц-В-СП-КНД-П и Ц-В-СП-КНД-ИМ на 14 сутки твердения происходит спад прочности, который, вероятно, обусловлен перекристаллизацией первичных гидратных образований. В тоже время, в модифицированных композиционных материалах с многокомпонентной полифункциональной добавкой (Ц-В-СП-КНД-П-ВЛ и Ц-В-СП-КНД-ИМ-ВЛ) набор прочности происходит равномерно, падения прочности не наблюдается. Это, возможно, связано с присутствием в их составе полипропиленового волокна, которое способствует дополнительному упрочнению композиционных материалов и нивелирует спад прочности.

Таким образом, использование многокомпонентной полифункциональной добавки в составе цементных композитов способствует равномерному набору прочности и достижению её высоких значений по истечению нормативного срока твердения. Это обусловлено проявлением аддитивного эффекта, связанного с действием каждого из компонентов добавки на каждом масштабном уровне формирования структуры цементных композитов. Модифицирующее влияние КНД проявляется на наноуровне и обусловлено сразу несколькими механизмами действия наноразмерных частиц SiO_2 – их каталитической ролью, способностью выступать в качестве готовых центров кристаллизации, возможностью принимать непосредственное участие в процессах образования гидратных фаз цементного камня. Суперпластификатор предотвращает рост и агломерацию наноразмерных частиц SiO_2 , а также решает сложную технологическую задачу по их равномерному распределению в объеме цементной системы. Вследствие этого он способен оказывать влияние на структурообразование цементных композиционных систем на ультрамикроуровне и опосредованно на наноуровне. В результате этого происходит ускорение процесса гидратации минералов цементного клинкера, а также образование достаточного количества низко- и высокоосновных гидросиликатов кальция, способных к формированию плотной кристаллической структуры с мелким размером зерен и низким содержанием пор и пустот. Действие полипропиленового волокна реализуется на микроуровне за счет дисперсного армирования и дополнительного зонирования структуры композитов. В итоге, исследованные цементные композиты достигают относительно высоких прочностных показателей уже на ранних сроках своего твердения.

Список использованных источников

1. Makul N. Modern sustainable cement and concrete composites: Review of current status, challenges and guidelines // Sustainable Materials and Technologies. 2020. V. 25. e00155.
2. Ушеров-Маршак А.В. Бетоны нового поколения -бетоны с добавками // Бетон и железобетон. 2011. № 1. С. 78.
3. Шведова М.А., Артамонова О.В. Особенности формирования цементных композиционных материалов при микро- и наномодифицировании многокомпонентными добавками // Химия, физика и механика материалов. 2021. № 4 (29). С. 4 – 29.

4. Артамонова О.В., Чернышов Е.М. К проблеме концептуальных моделей управления эволюционным маршрутом формирования наномодифицированных систем твердения в структуре строительных композитов // Известия высших учебных заведений. Строительство. 2018. № 5(713). С. 44 – 57.
5. Камалова З.А., Рахимов Р.З., Ермилова Е.Ю., и др. Суперпластификаторы в технологии изготовления композиционного бетона // Вестник Казанского технологического университета. 2013. Т. 16. № 8. С. 148-152.
6. Клещевникова В.И., Логвинова А.С., Беляева С.В. Разновидности материалов для дисперсного армирования бетона // AlfaBuild. 2018. № 5(7). С. 59 – 74.
7. Артамонова О.В. Синтез наномодифицирующих добавок для технологии строительных композитов: монография. Воронеж: Воронежский ГАСУ, 2016. 100 с.
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.
10. Самченко С.В., Александрова О.В., Гуркин А.Ю. Свойства цементных композитов на основе известняка в зависимости от его гранулометрического состава // Вестник МГСУ. 2020. Т. 15. № 7. С. 999-1006.
11. 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.

Экспериментальные исследования проводились с использованием специализированного оборудования Центра коллективного пользования им. профессора Ю.М. Борисова Воронежского государственного технического университета, который частично поддерживается Министерством науки и образования Российской Федерации, проект № 2021-2296-512-0001-060

УДК 69.059.25

67.13.51 Работы по ремонту, восстановлению и реконструкции зданий и сооружений

ЭФФЕКТИВНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ТЕХНИЧЕСКОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ МНОГОКВАРТИРНЫХ ЖИЛЫХ ЗДАНИЙ КАК ФАКТОР ПОВЫШЕНИЯ ДОСТУПНОСТИ ЖИЛЬЯ

Карпов Эдуард Николаевич,

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

Крюков Андрей Владимирович,

*ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», магистрант
e-mail: 9027284700ak@gmail.com*

Зеленин Григорий Васильевич,

*ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», к.т.н. доцент,
доцент кафедры «Городское строительство и автомобильные дороги»
e-mail: zgv68rus@mail.ru*

Одной из приоритетных задач социально-экономического развития России является задача повышения доступности жилья для населения страны. Для обеспечения населения доступным жильем в настоящее время в России используются различные механизмы, включая систему ипотечного кредитования, государственного субсидирования, льготного кредитования и т.д. [1, 2]. Использование указанных механизмов в последнее время позволило значительно увеличить объем вводимого в эксплуатацию жилого фонда.

В то же время известно, что полностью решить жилищную проблему за счет только ввода нового жилья невозможно. Необходимо одновременно решить задачи по сохранению уже существующего жилья. Для этой цели необходимо организовывать эффективную систему по содержанию и технической эксплуатации многоквартирных жилых домов. От качества содержания и выполнения текущих ремонтов зависит решение задачи по обеспечению качественного капитального ремонта существую-

щего жилищного фонда. Своевременное проведение капитальных ремонтов многоквартирных домов с целью обеспечения возможности их дальнейшей надежной эксплуатации позволит повысить доступность жилья для населения страны в более короткие сроки [3, 4].

В настоящее время при общем стремлении государства к увеличению жилищного фонда за счет ввода в эксплуатацию новых жилых зданий одновременно наблюдается существенный рост объемов ветхого и аварийного жилья. Для расселения людей из ветхих и аварийных домов требуются значительные расходы со стороны федеральной власти. Рост старения жилищного фонда обусловлен значительным количеством различных объективных и субъективных причин.

К объективным причинам относятся наличие в существующем жилищном фонде значительного объема многоквартирных домов III-ей и IV-ой степеней капитальности с фактическими сроками службы, превышающими 80-100 лет. Кроме морального износа, требующего проведения модернизации планировочных решений, в этой группе жилых домов имеются здания, физический износ несущих и ограждающих конструкций которых существенно превышает 55%. Техническое состояние их характеризуется состоянием от неудовлетворительного до ветхого и аварийного. Квартиры в этих домах приватизированы, и следовательно, государство напрямую не несет ответственности за поддержание их технического состояния в виде пригодном для обеспечения качественного проживания.

Для этой группы домов в провинциальных городах, в том числе и в Тамбове, характерно наличие в ней большого количества объектов культурного наследия. Например, в Тамбове в реестре недвижимых объектов культурного наследия регионального значения имеется 202 здания-памятника. Из них 106 зданий используется в качестве жилых. Половина этих зданий имеет физический износ более 55%, а 33 жилых дома являются аварийными [5]. Статус здания-памятника создает дополнительные значительные обременения для жильцов. На таких объектах должны проводиться ремонтно-реставрационные работы, требующие больших затрат, в том числе и на разработку проектов реставрации.

Выходом из этой ситуации является перевод жилых зданий-памятников в объекты другого назначения. В этом случае требуется большой объем средств на переселение жителей, которые должны быть выделены как государством, так и частными инвесторами, например, в процессе реновации застройки [6].

Менее очевидной на первый взгляд, но еще более сложной проблемой является создание условий для ограничения физического износа многоквартирных жилых зданий постройки 50-х – 90-х годов 20-го века, которые в настоящее время в большинстве провинциальных городов, в том числе и в Тамбове, являются опорным жилым фондом. Проводимые в Тамбове выборочные исследования технического состояния жилых зданий этой группы указывают на неуклонный рост физического износа несущих и ограждающих конструкций, являющихся общим имуществом в доме. Причиной такого роста является не только естественное физическое старение материалов и изделий, но и преждевременный износ, связанный с несвоевременным и зачастую некачественным проведением ремонтных работ.

Такое состояние в области ремонта многоквартирных жилых домов определяется нерешенными проблемами экономического и социального характера, а также существующими проблемами в организации эксплуатации жилых зданий. Далее в статье рассмотрен ряд таких проблем, оказывающих негативное влияние на техническое состояние зданий и качество организации и выполнения ремонтных работ.

Известно, что техническое состояние здания зависит от качества организации и выполнения мероприятий по его эксплуатации. Понятие эксплуатации здания определяется как его использование по функциональному назначению с проведением необходимых мероприятий по сохранению состояния конструкций и инженерных систем, при котором они способны выполнять заданные функции с параметрами, установленными требованиями технической эксплуатации. Согласно рисунку 1 эксплуатация зданий включает два вида действий по обслуживанию и технической эксплуатации, состоящей в свою очередь из текущих и капитальных ремонтов.

Немаловажное значение в этом процессе имеет качество управления эксплуатацией зданиями. Правильно организованное техническое обслуживание и вовремя выполняемые текущий и капитальный ремонты позволяют исключить преждевременный износ зданий.

Выполнение технического обслуживания и текущих ремонтов, как правило, организуется управляющей организацией с использованием средств собственников жилья. Средства на эти цели изымаются в соответствии с квитанцией по оплате коммунальных услуг. Ниже приведен характерный пример распределения средств в квитанции для квартиры площадью 61,6 м² многоквартирном доме Тамбова.



Рисунок 1 – Схема организации эксплуатации зданий

Средства, изымаемые на проведение капитальных ремонтов, аккумулируются, как правило, на счетах регионального оператора и реже на специальных счетах собственников жилья [4].

Таблица 1

Структура расходов собственников жилья на владение объектом недвижимости на примере квартиры общей площадью 61,4 м² в многоквартирном 5-ти этажном доме в Тамбове

№ п/п	Вид услуги (платежа)	Процент стоимости оплаты услуги от общей стоимости услуг по квитанции	
		без учета средств на отопление	с учетом средств на отопление
1	2	3	4
1	Содержание общего имущества в доме, включая коммунальные услуги в целях содержания общего имущества (электроэнергия, холодная и горячая вода, отведение сточных вод)	28,0	13,2
2	Текущий ремонт общего имущества	7,8	3,7
3	Капитальный ремонт общего имущества	17,2	8,1
4	Итого по п. 1-3	53,0	25,0
5	Другие услуги, включая электроснабжение, горячее и холодное водоснабжение, водоотведение, отходы ТБО	47,0	23,0

Как видно из таблицы 1 (см. графу 2) количество средства, собираемых на текущий ремонт общего имущества, в 3,5 раза меньше средств, расходуемых на содержание общего имущества дома. По сравнению с расходами на текущий ремонт в период 80-х годов 20-го века (до приватизации жилья) средства, собираемые на текущий ремонт в настоящее время, в процентном отношении в 2,5 раза ниже. По этой причине на многих многоквартирных жилых зданиях в рамках текущего ремонта наблюдается существенный объем «недоремонта».

Данное обстоятельство усугубляется также рядом других причин. К ним относятся ненадлежащее обеспечение наблюдения за состоянием здания и отсутствие в результате этого объективного планирования текущих ремонтов.

Проведение осмотров конструкций и инженерных систем зданий организуется управляющими компаниями весьма формально. Результаты осмотров практически не доводятся до собственников жилья. При этом сами собственники жилья почти повсеместно не участвуют в разработке ежегодных планов проведения текущих ремонтов. Основной причиной этого является отсутствие у собственников жилья стремления к участию в этом процессе. В настоящее время у большинства

собственников отношение к общему имуществу определяется принципом «кроме квартиры все остальное не мое». Такое иждивенческое отношение собственников к общему имуществу и определяет их отстраненность от участия в организации работ по техническому обслуживанию дома и проведению текущих ремонтов. По сути в большинстве случаев дома отдаются на откуп «чужому дяде» - управляющей компании, имеющей свои экономические и другие интересы, которые, как показывает практика, не всегда совпадают с интересами жильцов.

В настоящее время из-за недостаточного финансирования необходимых объемов текущих ремонтов, отсутствия постоянного контроля за состоянием здания и самоотстраненности собственников жилья от участия в контроле содержания и проведения ремонтных работ большое количество текущих ремонтов производится по принципу «латания дыр». Такому ремонту подлежат, как правило, ограждающие конструкции и инженерные системы, уже практически не обеспечивающие выполнение своих функций. Например, текущий ремонт крыши часто производится «по факту», когда многочисленные протечки приводят в ненадлежащее состояние квартиры верхних этажей, а ремонт систем водоотведения производится только после постоянных заливов подвальных помещений и возникновения антисанитарных условий во всем доме.

При таком подходе к организации и выполнению текущих ремонтов в поле зрения управляющих компаний и собственников жилья не попадают ограждающие и несущие конструкции, ухудшение состояния которых не оказывают непосредственного сиюминутного влияния на ухудшение условий проживания. Однако, в долгосрочной перспективе это приводит к снижению эксплуатационной и несущей способности основных конструкций и, как следствие, к необходимости проведения более дорогостоящего капитального ремонта. В частности это относится к изменениям состояния облицовки (штукатурки) цокольной части стен и отмостки здания. Указанные элементы у многих жилых зданий Тамбова по причине несвоевременного проведения текущих ремонтных работ имеют неудовлетворительное техническое состояние. В свою очередь их техническое состояние непосредственно влияет на состояние цокольной части стен и фундаментов и, соответственно, ведет к преждевременному износу этих несущих элементов [7].

Еще более сложные проблемы возникают в области организации и проведения капитальных ремонтов. Связано это с наличием экономических, социальных и технических причин.

В настоящее время одной из основных проблем является недостаток средств, собираемых с собственников жилья на проведение капитальных ремонтов.

По предварительным расчетам и результатам анализа данных по различным регионам страны собираемые средства собственников составляют 25-40% от необходимого объема средств на проведение капитального ремонта. При этом следует отметить, что перечень услуг и работ по капитальному ремонту общего имущества в многоквартирном доме, оказание и выполнение которых финансируются за счет средств фонда капитального ремонта, который сформирован исходя из минимального размера взноса на капитальный ремонт. Он включает в себя [8]: ремонт внутридомовых инженерных систем электро-, тепло-, газо-, водоснабжения, водоотведения; ремонт или замену лифтового оборудования, признанного непригодным для эксплуатации, ремонт лифтовых шахт; ремонт крыши; ремонт подвальных помещений, относящихся к общему имуществу в многоквартирном доме; ремонт фасада; ремонт фундаментов многоквартирного дома.

Понятно, что при таком перечне работ обеспечить своевременный и качественный ремонт всех несущих и ограждающих конструкций, входящих в общее имущество дома, не представляется возможным. По этой причине наблюдается постоянный процесс «недораемонта» и, соответственно, рост физического износа.

Ограничение услуг и работ по капитальному ремонту связано с установлением тарифа исходя из необходимости удовлетворения социальных нужд населения, который далеко не соответствует экономически обоснованному тарифу. При таком финансовом обеспечении капитального ремонта можно ожидать дальнейшее снижение технического состояния зданий и в перспективе к их преждевременному выбытию из эксплуатации.

Важное значение для сохранения опорного жилищного фонда имеет определение сроков очередности проведения капитального ремонта в пределах каждого субъекта Российской Федерации. В целом анализ неиспользуемых для этого критериев дома показывает, что они могут различаться для разных субъектов РФ. К наиболее часто используемым из них относятся: продолжительность эксплуатации дома со дня ввода в эксплуатацию; дата последнего проведенного капитального ремонта; степени сбора собственниками дома средств на капитальный ремонт; степень физического износа общего имущества дома; наличие в процессе дальнейшей эксплуатации угрозы безопасности жизни и здоровья граждан.

Кроме этого следует также иметь в виду, что право на первоочередное проведение капитального ремонта имеют дома, для которых согласно федеральному указанию требовалось его выполнение на дату приватизации первого жилого помещения.

Помимо таких основных критериев в субъектах РФ могут вводиться дополнительные требования, влияющие на сроки проведения работ и их качество. К ним, например, может относиться наличие проектной документации на капитальный ремонт дома и его качество, а также наличие эффективно действующего совета многоквартирного дома, которому отводится роль дополнительного контроля за обеспечением соответствия выполняемых работ проектным решением и требуемому качеству исполнения.

Таким образом, организация, финансирование и проведение своевременного качественного комплекса текущих и капитальных ремонтных работ определяют сроки службы многоквартирных жилых домов, являющихся опорным жилым фондом, и соответственно, за счет продления их срока службы способствуют повышению доступности жилья для населения.

Для повышения эффективности текущих и капитальных ремонтов в настоящее время требуется принятия целого ряда неотложных мер. К ним относятся:

1. Создание экономически обоснованных критериев оценки затрат на проведение текущих и капитальных ремонтов по каждому многоквартирному дому с учетом его объемно-планировочных и конструктивных параметров, характеристик инженерного оборудования и технического состояния всех элементов общего имущества дома на момент его оценки. Разработка и внедрение в практику такой методики позволит объективно судить о необходимом объеме средств на проведение текущих и капитальных ремонтов по каждому дому. Наличие такого банка данных в каждом субъекте РФ дает возможность контролировать текущую ситуацию по выполнению ремонтных работ и целенаправленно производить дополнительный, кроме средств собственников жилья, поиск источников их финансирования. В качестве таких средств могут быть средства, выделяемые в виде государственной поддержки на решение тех или иных конкретных целей, например, на повышение энергоэффективности домов в рамках их капитального ремонта [9-15]. Также как и в новом строительстве, государственную поддержку можно обеспечивать за счет ипотечного кредитования, дополнительного субсидирования и т.д. В качестве одной из таких мер может быть возможность передачи налоговых средств, собираемых с собственников жилья за владение ими имуществом в многоквартирных домах, в фонд капитального ремонта зданий.

2. Организация и проведение постоянного и качественного мониторинга технического состояния общего имущества многоквартирных жилых домов. В процессе мониторинга должно оцениваться состояние несущих стен дома, а также состояние прилегающей дворовой территории. Получаемая информация должна оперативно использоваться при оценке необходимости проведения ремонтных работ и определении затрат на их выполнение в краткосрочной и долгосрочной перспективе. Организация мониторинга и его осуществление должно входить в обязанности управляющих компаний. Для этого в штате управляющих компаний должны быть специалисты, имеющие компетенции в области организации и проведения обследований зданий и сооружений. Такое требование к штатному расписанию компаний должно быть обязательным и постоянно контролироваться со стороны муниципальных и региональных органов власти. Результаты мониторинга должны оформляться в виде обязательной документации и представляться контролирующим органам по их первому требованию.

3. Организация работы по разъяснению собственникам жилья роли и места ремонтов общего имущества дома в обеспечении его надежной безопасной эксплуатации и о необходимости участия их в процессе организации и проведении контроля текущих и капитальных ремонтов и проведении контроля за их исполнением. Для этого необходимо исключить формальный подход к созданию совета многоквартирного дома и к организации его работы с управляющими компаниями и органами местной власти. Эффективным в этом случае может быть проведение курсов для членов домкомов по основным проблемам содержания и технической эксплуатации жилых зданий.

Список использованных источников

1. Палий В.М. Проблема трактовки понятий «доступности жилья» / В.М. Палий // Вопросы экономики. 2011. №26(458). С. 70-74.
2. Иванова Т.А. Ипотечное кредитование как способ повышения доступности жилья в России / Т.А. Иванова // Вестник Российского университета кооперации. 2021. №1(43). С. 68-71.
3. Белкина Т.А. Жилье в России: ситуация и перспектива / Т.А. Белкина // Проблемы прогнозирования. 2013. №3. С. 101-116.
4. Чернышов Л.Н. Капитальный ремонт многоквартирных домов: Проблемы, формирования и направления развития / Л.Н. Чернышов, С.А. Астафьев, В.П. Вакулина // Известия Иркутской государственной экономической академии. 2015. Т. 25, №1. С. 85-94.
5. 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 ред. А.В. Гречишкина. 2020. С. 79-84.
6. Жабина А.С. Оценка возможности сохранения исторически сложившейся застройки центральной части Тамбова в процессе реновации / А.С. Жабина, В.И. Леденев // В сборнике: Свремен-

- ная наука: теория, методология, практика. Материалы III-ей Всероссийской (национальной) научно-практической конференции. Тамбов. 2021. С. 91-95.
7. 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. 407-410.
 8. Градостроительный кодекс Российской Федерации от 29.12.2004 №190-ФЗ (ред. От 19.12.2016) (с изм. и доп., вступ. в силу с 01.01.2017) // Российская газета. 2004. Статья 3 (дата обращения 10.03.2022).
 9. Мищенко В.Я. Зарубежный и российский опыт проведения капитального ремонта жилищного фонда с учетом энергоэффективных мероприятий // В.Я. Мищенко, Е.П. Горбанева, К.С. Севрюкова // Научный журнал строительства и архитектуры. 2020. №1(45). С. 28-41.
 10. Техничко-экономические основы эксплуатации, реконструкции и реновации зданий. Сборщиков С.Б., Доможилов Ю.Н., Монастырев П.В., Никитина Н.С., Вейкко Кауппила, Юха-Антти Кайвонен, Теуво Аро. / Учебное пособие М.: Издательство Ассоциации строительных вузов, 2007 – 192 с.
 11. Аленичева Е.В., Леденев В.И., Монастырев П.В. О современных организационно-технологических проблемах реконструкции в условиях городской застройки // Архитектура и время. - 2010. - №1. - С.2-4.
 12. Леденев В.И., Монастырев П.В., Матвеева И.В., Андрианов К.А. Выбор способов усиления конструкций при реконструкции и капитальном ремонте зданий: ФГБОУ ВО «ТГТУ» – Тамбов: Изд-во Першина Р.В., 2016. - 97с. – 400 экз.
 13. 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.
 14. Езерский В.А., Монастырев П.В., Меркушева Н.П. Инструментальный подход к оценке потребительских качеств квартир на рынке недвижимости // Фундаментальные, поисковые и прикладные исследования РААСН по научному обеспечению развития архитектуры, градостроительства и строительной отрасли Российской Федерации в 2016 году. Научные труды РААСН. Том 2. - 2017. - С. 169-180.
 15. V. Yezerkiy, E. Mishchenko, P. Monastirev, N. Merkusheva. A Multi-criteria comparative analysis in evaluating consumer appeal of apartments in the real estate market. В сборнике: 5th International multidisciplinary scientific conference on social sciences and arts SGEM 2018. Conference proceedings. 2018. P. 3-16. <https://sgemsocial.org/ssgemlib/spip.php?article6354&lang=en>

УДК 666.972:620.193

67.01.97: Коррозия и защита от коррозии

ИЗМЕНЕНИЕ СКОРОСТИ МАССООБМЕННЫХ ПРОЦЕССОВ В БЕТОНЕ ПРИ ЖИДКОСТНОЙ КОРРОЗИИ

Румянцева Варвара Евгеньевна,

*ФГБОУ ВО «Ивановский государственный политехнический университет», член-корреспондент РААСН, доктор технических наук, профессор, директор Института информационных технологий, естественных и гуманитарных наук, зав.кафедрой естественных наук и техносферной безопасности
e-mail: varryum@gmail.com*

Коновалова Виктория Сергеевна,

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

Нармания Борис Евгеньевич,

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

Осыко Алексей Валентинович,

*ФГБОУ ВО «Ивановский государственный политехнический университет», аспирант кафедры естественных наук и техносферной безопасности
e-mail: mechanic4991@gmail.com*

Из-за физических, химических и механических характеристик бетон, используемый в различных средах, подвергается воздействию нескольких агрессивных компонентов, которые снижают его долго-

вечность. Оценка долговечности связана с ожидаемыми эксплуатационными характеристиками изделия и заключается в установлении факторов, имеющих решающее значение для деструкции материала в зависимости от его состава и свойств, определении изменений, вызванных взаимодействием материала с внешними агрессивными веществами и измерении ущерба с течением времени.

На долговечность бетона влияют несколько факторов, таких как физические и химические воздействия, которые снижают долговечность бетонных конструкций [1]. Долговечность не является неотъемлемым свойством материала, но она связана с его эксплуатационными характеристиками при определенных условиях окружающей среды.

Прогнозное моделирование и статистическое управление технологическими процессами стали неотъемлемыми компонентами современной науки и техники сложных систем. Модели процессов деградации строительных материалов были разработаны для множества ситуаций с использованием самых разнообразных методологий. Для ученых и инженеров, разрабатывающих материалы, модели стали важным эталонным элементом для выбора и прогнозирования срока службы, связанного с внедрением новых материалов или процессов.

Некоторые конкретные ситуации поддаются разработке полезных механических моделей, которые могут учитывать основные особенности, определяющие процессы коррозии. Скорость распространения агрессивных веществ внутрь бетона обычно описывается законом Фика (уравнение (1)). Эта зависимость является приближительной, так как в результате действия компонентов агрессивной среды происходит изменение поровой структуры бетона, снижается значение pH, меняется структурно-фазовый состав цементного камня [2-5].

$$J = -D \frac{\partial C}{\partial x} \quad (1)$$

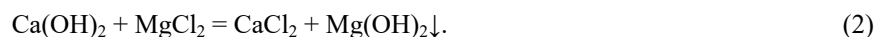
где: J – плотность диффузионного потока массы вещества, кг/(м²·с); D – коэффициент диффузии, м²/с; $\frac{\partial C}{\partial x}$ – градиент концентрации, кг/(м³·м).

Чтобы узнать о механизмах переноса жидкости в бетоне, важно понимать различные формы износа, которые происходят в бетонных конструкциях. Вода является основным фактором, отрицательно влияющим на долговечность бетона, и скорость разрушения усиливается из-за легкости проникновения воды в этот материал [1]. Высокая проницаемость бетона для воды и других жидкостей является причиной разрушений, которые приводят к сокращению срока службы бетонных конструкций. Таким образом, обеспечение низкой капиллярной пористости бетона способствует повышению прочности и продлению срока его службы.

При жидкостной коррозии гидроксид кальция вымывается из бетона, тогда как почти весь гель кремнекислоты остается в порах изделия, вызывая их частичное закупоривание (кольматацию) [6, 7]. Частицы удерживаются в поровом пространстве, и, как следствие, пористость и проницаемость бетона уменьшаются. Интенсивность накопления частиц в поровом пространстве зависит от многих параметров, например, скорости фильтрации, соотношения размеров частиц и сужения пор.

Если в результате протекающей при коррозии реакции образуются нерастворимые или малорастворимые соединения, то они также создают дополнительный эффект кольматации. Удержание некоторого количества частиц в поровом пространстве происходит, если характерный размер частиц меньше характерного размера сужений пор. Существуют различные механизмы удержания частиц пористой средой, такие как осаждение на стенках пор под действием силы тяжести или вследствие столкновения со стенками при движении по извилистым каналам, захват частиц сужениями пор, закупорка сужений пор несколькими частицами.

В результате магниальной коррозии цементного бетона гидросиликаты кальция, входящие в его структурно-фазовый состав, вступают в обменные реакции с ионами Mg²⁺ с образованием малорастворимого в воде гидроксида магния Mg(OH)₂ [8]. Примером такого взаимодействия является химическая реакция:



Исследование массообменных процессов, протекающих при жидкостной коррозии, проводилось на образцах из цемента марки ЦЕМ I 42,5 Н с водоцементным отношением В/Ц = 0,3 в 2 %-ом растворе MgCl₂. Концентрация раствора выбиралась согласно СП 28.13330.2017 «Защита строительных конструкций от коррозии» поскольку хлоридсодержащие среды являются одними из самых агрессивных по отношению к цементным бетонам.

Результаты исследований жидкостной коррозии цементного камня, представленные на рис. 1, показывают, что после 70 суток испытаний концентрация катионов Ca²⁺ в жидкой фазе выходит на постоянные значения, а после 150 суток в исследуемой системе наступает состояние близкое к равновесному [9, 10]. Такое поведение обусловлено самоторможением процесса растворения кальцийсодержащих фаз в цементном камне под воздействием жидкой агрессивной среды из-за осложнения проник-

новения хлорид-ионов вглубь поровой структуры цементного камня вследствие осаждения и накопления в порах нерастворимых продуктов коррозии, т.е. кольматации.

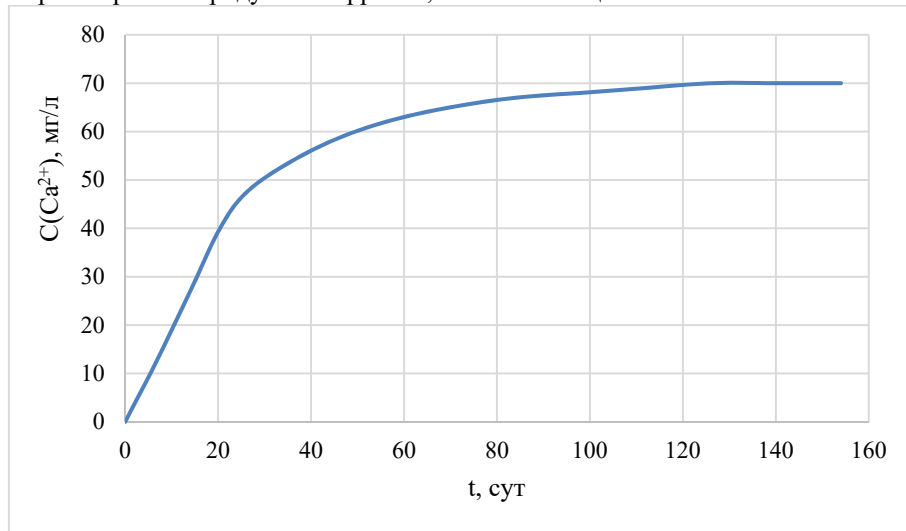


Рисунок 1 – Кинетическая кривая катионов Ca^{2+} в 2 %-ом растворе MgCl_2 для образца цементного камня

С помощью математической модели жидкостной коррозии второго вида цементных бетонов (уравнение (3)), разработанной в рамках научной школы академика РААСН С.В. Федосова [11], произведен расчет профилей концентрации «свободного гидроксида кальция» по толщине образца цементного камня при коррозии в 2 %-ом растворе MgCl_2 на разных этапах проведения эксперимента (рис. 2)

$$\begin{aligned}
 \theta(\bar{x}, Fo_m) = & -\frac{Ki_m^*}{6}(6Fo_m + 3\bar{x}^2 - 1) \\
 & + \frac{2Ki_m^*}{\pi^2} \sum_{n=1}^{\infty} \frac{(-1)^n}{n^2} \cos(\pi n \bar{x}) \cdot \exp(-\pi^2 n^2 Fo_m) + \int_0^1 \theta_0(\xi) d\xi \\
 & + 2 \sum_{n=1}^{\infty} \cos(\pi n \bar{x}) \int_0^1 \theta_0(\xi) \cos(\pi n \xi) d\xi \cdot \exp(-\pi^2 n^2 Fo_m) \\
 & + \left(Fo_m + \frac{3\bar{x}^2 + 2}{6} \right) \int_0^1 Po_m^*(\xi) d\xi \\
 & - \int_0^1 Po_m^*(\xi) \cdot \xi \cdot d\xi + \frac{1}{2} \int_0^1 Po_m^*(\xi) \cdot \xi^2 \cdot d\xi \\
 & - \frac{2}{\pi^2} \sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{n^2} \cos(\pi n \bar{x}) \int_0^1 Po_m^*(\xi) \cos(\pi n \xi) d\xi \cdot \exp(-\pi^2 n^2 Fo_m).
 \end{aligned} \tag{3}$$

Здесь: n – число членов ряда; ξ – координата интегрирования в диапазоне $0 \leq \xi \leq \bar{x}$; $Ki_m^* = \frac{q_0 \delta}{kC_0 \rho_0}$ – модифицированный критерий Кирпичева; $Fo_m = \frac{k\tau}{\delta^2}$ – массообменный критерий Фурье; $\bar{x} = \frac{x}{\delta}$ – безразмерная координата; $\theta(\bar{x}, Fo_m) = \frac{C(x,\tau) - C_0}{C_0}$ – безразмерная концентрация; $C(x,\tau)$ – концентрация «свободного гидроксида кальция» в бетоне в момент времени τ в произвольной точке с координатой x , в пересчете на CaO , кг $\text{CaO}/\text{кг}$ бетона; $Po_m^*(\bar{x}) = \frac{q_v(x)\delta^2}{kC_0 \rho_0}$ – модифицированный критерий Померанцева; x – характерный размер, м; τ – время процесса, с; k – коэффициент массопроводности, $\text{м}^2/\text{с}$; δ – толщина стенки конструкции, м; $C_0(x)$ – концентрация «свободного гидроксида кальция» в бетоне в начальный момент времени в произвольной точке с координатой x , кг $\text{CaO}/\text{кг}$ бетона; ρ_0 – плотность бетона, $\text{кг}/\text{м}^3$; $q_v(x)$ – источник массы вещества в результате химической реакции, $\text{кг}/(\text{м}^3 \cdot \text{с})$; q_0 – плотность потока массы вещества из бетона в жидкую среду, $\text{кг}/(\text{м}^2 \cdot \text{с})$.

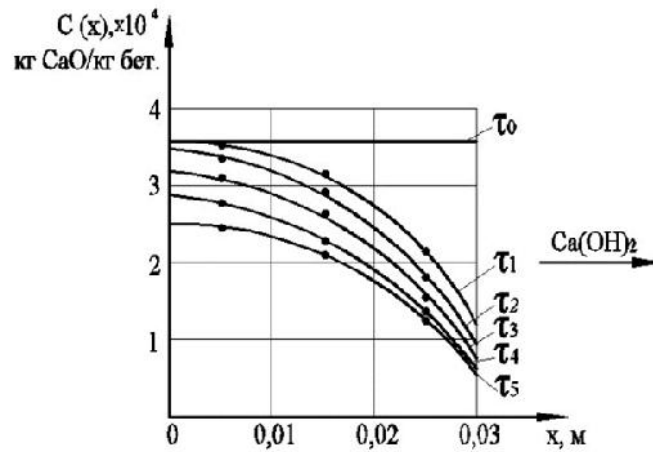


Рисунок 2 – Профили концентраций $Ca(OH)_2$ по толщине образца цементного камня в 2 %-ом растворе $MgCl_2$ при τ : 1 – 14 сут; 2 – 28 сут; 3 – 42 сут; 4 – 56 сут; 5 – 70 сут

Полученные профили концентраций позволяют определить градиенты концентраций переносимого компонента на границе раздела фаз и рассчитать для исследуемой системы «цементный камень бетона – 2 %-ый раствор $MgCl_2$ » характеристики массопереноса.

Коэффициент массопроводности k , m^2/c :

$$k = \frac{q}{\rho_0 \frac{dC}{dx}} \quad (4)$$

где: q – плотность потока массы вследствие химических реакций, $кг/(m^2 \cdot c)$; ρ_0 – плотность твердой фазы, $кг/m^3$; dC/dx – градиент концентраций переносимого компонента.

Плотность потока массы вещества q из исследуемого образца в жидкую среду:

$$q = \frac{\Delta C_{ж}}{S \cdot \tau} \quad (5)$$

где: $\Delta C_{ж}$ – масса вещества, перешедшего из исследуемого образца в жидкую среду, кг.

Рассчитанные характеристики массопереноса при жидкостной коррозии цементного камня бетона в 2 %-ом растворе $MgCl_2$ представлены в таблице 1. Данные свидетельствуют, что с течением времени происходит замедление проникновения агрессивной среды вглубь цементного камня бетона, а также уменьшается выход «свободного гидроксида кальция» из поровой структуры.

Таблица 1

Экспериментально определенные характеристики массопереноса для системы «цементный камень бетона – 2 %-ый раствор $MgCl_2$ »

Наименование показателя	τ , сут				
	14	28	42	56	70
Плотность потока «свободного $Ca(OH)_2$ » в образце, $кг/(m^2 \cdot c)$	$4,29 \cdot 10^{-7}$	$3,00 \cdot 10^{-7}$	$1,13 \cdot 10^{-7}$	$1,07 \cdot 10^{-7}$	$3,39 \cdot 10^{-8}$
Плотность потока Mg^{2+} в жидкости, $кг/(m^2 \cdot c)$	$2,60 \cdot 10^{-8}$	$4,43 \cdot 10^{-8}$	$5,12 \cdot 10^{-8}$	$5,15 \cdot 10^{-8}$	$5,97 \cdot 10^{-9}$
Коэффициент массопроводности k , m^2/c	$4,26 \cdot 10^{-9}$	$1,73 \cdot 10^{-9}$	$8,94 \cdot 10^{-10}$	$5,27 \cdot 10^{-10}$	$2,61 \cdot 10^{-10}$

На рис. 3 видно, что с течением времени происходит уменьшение коэффициента массопроводности по экспоненциальному закону, что соответствует замедлению массообменных процессов, протекающих в цементном бетоне при жидкостной коррозии, вследствие образования в порах нерастворимого продукта реакции (2).

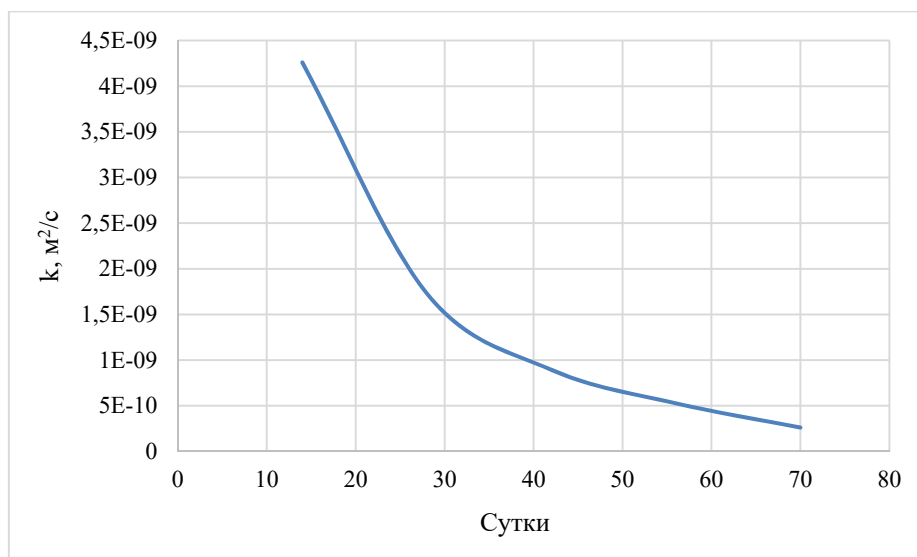


Рисунок 3 – Изменение значения коэффициента массопроводности в системе «цементный камень бетона – 2 %-ый раствор MgCl_2 » с течением времени

Имея представления о кинетике массообменных процессов и о механизме естественной кольтматации в условиях жидкостной коррозии цементных бетонов, можно не только прогнозировать долговечность бетонов, но и управлять процессами коррозионной деструкции, влияя на скорость коррозии посредством искусственной кольтматации поровой структуры бетона, обеспечивая таким образом повышение коррозионной стойкости и улучшение эксплуатационных характеристик. Бетон и цементные материалы, которые обладают способностью восстанавливаться после первоначального повреждения, имеют потенциал для решения этих проблем. Технология самовосстанавливающихся бетонных и цементных материалов может уменьшить ненужный ремонт и техническое обслуживание построенной инфраструктуры, а также общий выброс CO_2 из-за производства цемента.

Список использованных источников

1. Mehta, P.K. Concrete: microstructure, properties and materials / P.K. Mehta, P.J.M. Monteiro. – McGraw-Hill Education, New York, 2014. – 704 p.
2. Касьяненко, Н.С. Об особенностях расчета процессов коррозии бетона II вида по диффузионной модели / Н.С. Касьяненко // V научная конференция аспирантов и соискателей: материалы конференции. – Иваново: ИГАСУ, 2007. – С. 115.
3. Смелцов, В.Л. Решение задачи диффузии для процессов коррозии бетона первого вида. Частный случай – малое время процесса / В.Л. Смелцов // V научная конференция аспирантов и соискателей: материалы конференции. – Иваново: ИГАСУ, 2007. – С. 92-94.
4. Федосов, С.В. Применение методов математической физики для моделирования массо- и энергопереноса в строительной индустрии / С.В. Федосов, А.М. Ибрагимов, А.В. Гуцин // Строительные материалы. – 2008. – № 4. – С. 65-68.
5. Pedferri, P. La Durabilità del Calcestruzzo Armato / P. Pedferri, L. Bertolini. – McGrawHill: Milano, Italia, 2000. – 199 p.
6. 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.
7. Рахимбаев, Ш.М. Кинетика процессов кольтматации при химической коррозии цементных систем / Ш.М. Рахимбаев // Бетон и железобетон. – 2012. – № 6. – С. 16-17.
8. Рахимбаев, Ш.М. О выборе типа цемента на основе теории кольтматации при сложном составе агрессивной среды / Ш.М. Рахимбаев, Е.Н. Карпачева, Н.М. Тольпина // Бетон и железобетон. – 2012. – № 5. – С. 25-26.
9. Жидкостная коррозия бетонов в среде с различной степенью агрессивности / С.В. Федосов, В.Е. Румянцева, В.С. Коновалова, И.В. Караваев // Вестник гражданских инженеров. – 2017. – № 4 (62). – С. 113-118.
10. Федосов, С.В. Определение ресурса безопасной эксплуатации конструкций из бетона, содержащего гидрофобизирующие добавки / С.В. Федосов, В.Е. Румянцева, И.В. Красильников,

И.В. Караваев // Известия вузов. Технология текстильной промышленности. – 2017. – № 6 (372). – С. 268-276.

11. Федосов, С.В. Математическое моделирование процессов коррозии бетона второго вида в жидких агрессивных средах / С.В. Федосов, В.Е. Румянцева, Н.С. Касьяненко // Информационная среда вуза: сборник материалов XV Международной научно-технической конференции. – Иваново: ИГАСУ, 2008. – С. 796-801.

УДК 691:175.5

67.09.45: Строительные материалы и изделия на основе полимеров

ПРОЧНОСТЬ ТРЕХСЛОЙНЫХ ПАНЕЛЕЙ ИЗ ОСП И ПЕНОПОЛИСТИРОЛА

Киселёва Олеся Анатольевна,

*ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», к.т.н., доцент кафедры
«Конструкции зданий и сооружений»*

Email: kiseleva_oa@rambler.ru

Мальшков Артём Романович,

ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», магистрант

Email: xsio_on@mail.ru

В настоящее время большое внимание уделяется энергоэффективности зданий. Одним из способов экономии энергоресурсов является применение энергоэффективных материалов для утепления зданий и сооружений. Среди множества известных материалов для утепления зданий и сооружений отлично зарекомендовал себя пенополистирол. Однако он обладает низкой прочностью, подвержен старению (тепловому и от действия УФ-лучей), что влечет за собой введение защитных слоев [4].

Для расширения границ применения данного материала в строительстве разрабатываются способы повышения его механических свойств: армирование, применение армирующих обоев, модификация полимером.

С целью улучшения ряда свойств пенополистирола были предложены трехслойные панели с обшивкой из плит ОСП. Так как основным компонентом плит является древесная стружка, то материал обладает: во-первых, высокой прочностью, воспринимая основную нагрузку; а во-вторых, достаточно низкой теплопроводностью, защищая пенопласт от перегрева. Кроме того, обшивка способна поглощать большую часть УФ-лучей [1, 2].

Для повышения прочности трехслойные панели можно в слой пенополистирола вводить дополнительный армирующий слой. В качестве армирующих слоев использовали клеевой шов или дополнительный слой плиты ОСП (таблица 1).

Таблица 1

Влияние вида армирования на прочность трехслойных панелей

Вид армирования	Предел прочности при данной толщине утеплителя, МПа			
	2 см	3 см	4 см	6 см
Клеевой шов	2,8	2,09	1,01	-
Слой осп	2,91	-	1,14	1,07
Клеевой шов и слой осп	-	-	1,63	0,91
Без армирования	2,45	2,57	-	-

При использовании армирующего слоя в виде клеевого шва прочность образцов повышается на 14 % для суммарной толщины пенополистирола в 2 см. При разделении пенополистирола клеевым швом на три части (толщина утеплителя 3 см) значительного упрочнения уже не наблюдается, поэтому в конструкцию панелей был введен третий слой плиты ОСП, расположенный посередине образца. Для такой конструкции повышение прочности образцов составило при толщине утеплителя в 2 см – 1,1 раза, а при толщине 4 см – уже в 1,6 раза. При дальнейшем увеличении толщины утеплителя 6 см и более введение дополнительного слоя ОСП практически не столь эффективно, т.к. прочность образцов в данном случае составляет всего лишь 7 % от прочности плиты ОСП и приближается к прочности самого пенополистирола. Следовательно, прослойки плит ОСП должны проходить через

каждые 2 см утеплителя. Выбрав оптимальные конструкции для каждого слоя пенополистирола, мы получили следующий график зависимости напряжения от толщины слоя утеплителя (рисунок.1). Из него видно, что при минимальной толщине теряется порядка 70 % прочности панели относительно конструкционного материала.

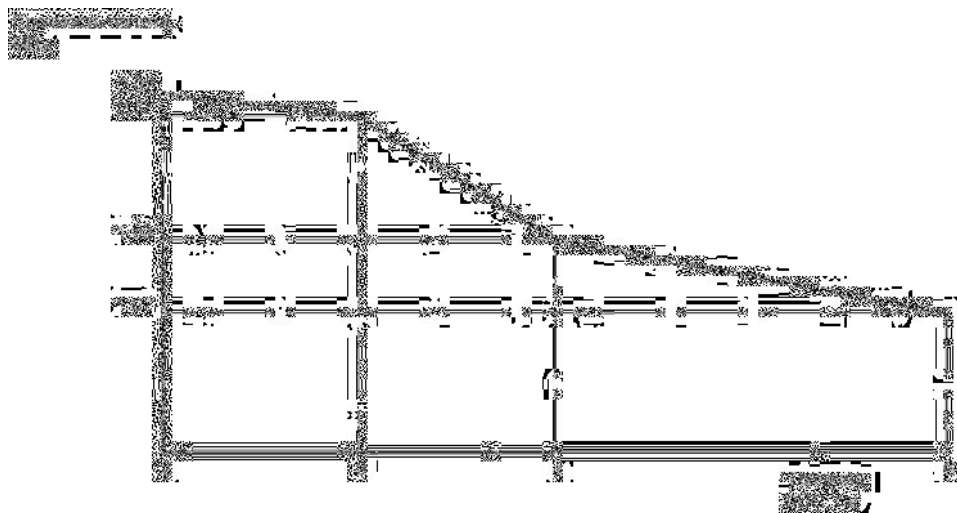


Рисунок 1 -График зависимости прочности трехслойных панелей от толщины слоя пенополистирола для оптимальных схем армирования

Так как панели подвергаются действию солнечного света, включающего в себя УФ-спектр далее было изучено влияние УФ-старения на прочность при изгибе образцов СИ-панели. С этой целью подготовленные образцы выдерживались под действием естественного УФ-облучения в летнее время года в течении 30 дней, а затем была определена их прочность. Для исключения влияния осадков, образцы накрыли стеклом и пленкой (рисунок 3).



Рисунок 3 – Условия УФ-старения

Полученные результаты представлены в таблице 2.

Таблица 2

Влияние УФ-облучения на прочность

Материал	Начальная прочность	Прочность после воздействия солнечного света в течении 30 дней
СИ-панели	2,91 МПа	2,05 МПа
ОСП	100 %	99 %

Из полученных данных видно, что после воздействия солнечного света образцы потеряли 30 % своей прочности. Для древесных плит потеря прочности составляет всего лишь 1 процент [3]. Следовательно, клеевая прослойка и пенополистирол не оказались в полной мере защищенными от пагубного действия солнечных лучей.

Список использованных источников

1. Киселева О.А. Физические основы работоспособности строительных материалов из древесины /Киселева О.А., Ярцев В.П.// Монография. – Тамбов, 2007. – 236 с.
2. Киселева О.А. Влияние старения на свойства пенополистирола и методы защиты от него / Киселева О.А., Мамонтов А.А., Мамонтов С.А.// Сборник трудов XIV научной конференции ТГТУ. Тамбов, 2009. С. 164-167
3. Мамонтов, С.А. Естественное старение древесных композитов в условиях умеренного климата. / С.А. Мамонтов // Актуальные направления фундаментальных и прикладных исследований. Сб. материалов VI международной науч.-практич. конф. - North Charleston, USA, 2015.- Том 1. – С.96-98.
4. Строительные материалы. Учебник/ Под общей ред. В.Г. Микульского. – М.: Изд-во АСВ, 1996. 448 с.

УДК 628.517.2

87.55.29: Производственные, транспортные и иные шумы.

Исследование шумов. Методы и средства борьбы

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ВЛИЯНИЯ ПАРАМЕТРОВ МНОГОСЛОЙНЫХ ОБЛИЦОВОК НА ЗВУКОИЗОЛЯЦИЮ ГАЗОВОЗДУШНЫХ КАНАЛОВ

Антонов Александр Иванович,

*ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», д.т.н., доцент,
профессор кафедры «Архитектура и градостроительство»*

Гусев Владимир Петрович,

ФГБУ «Научно-исследовательский институт строительной физики Российской академии архитектуры и строительных наук, д.т.н., ст. научн. сотрудник, почетный член РААСН, заведующий лабораторией «Защита от шума вентиляционного и инженерно-технологического оборудования» НИИСФ РААСН

Жоголева Ольга Александровна,

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

Леденев Владимир Иванович

*ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», д.т.н., профессор,
советник РААСН,
профессор кафедры «Городское строительство и автомобильные дороги»*

В гражданских и промышленных зданиях широкое распространение имеют крупные газовоздушные системы различного назначения. Оборудование, входящее в эти системы создает, как правило, повышенный шум, который распространяется от источника внутри воздухопроводов и затем через стенки каналов изучается в окружающее их замкнутое или открытое пространство. Следует особо отметить шумовое воздействие газовоздушных систем энергетических объектов на

прилегающую к ним городскую застройку и крупных систем вентиляции, воздушного отопления и кондиционирования на шумовую обстановку в гражданских и административных зданиях[1,2,3,4].

Для снижения шума, проникающего через стенки каналов, используются звукоизолирующие облицовки. Их выбор и проектирование является достаточно сложной акустической задачей. Для её решения нами в течение нескольких лет проводились теоретические и экспериментальные исследования распространения шума внутри каналов и изучения его через их стенки. На основе выполненных исследований нами предложена методика определения требуемой звукоизоляции стенок каналов. Данная методика применительно к каналам, изучающим звуковую энергию в открытое пространство, изложена в статьях[5,6], а для каналов, изучающих звуковую энергию в закрытые воздушные объемы приведена в статье [7].

Выполнив по указанным выше методикам расчёт требуемой звукоизоляции стенок канала во всех нормируемых полосах частот, можно получить частотную характеристику требуемой звукоизоляции. Затем, зная фактическую звукоизоляцию стенок канала без облицовки и требуемую величину звукоизоляции, возможно определить необходимую звукоизоляцию дополнительной облицовки и на этой основе разработать её конструктивное решение.

На стадии разработки конструкции облицовки необходимо производить расчёты её ожидаемой звукоизоляции. Расчёт дополнительной звукоизоляции должен позволять учитывать влияние на неё различных характеристик материалов и других параметров облицовки. В настоящее время нами разработана методика оценки звукоизолирующих качество многослойных облицовок, основанная на прямом численном методе расчёта звукового поля в облицовке путём прослеживания плоских звуковых волн с учётом процессов их отражения, проницаемости на границах слоев облицовки и затухания их энергии в пределах отдельных слоев [8].

В общем случае звуковое поле в конструкции облицовки определяется прямыми волнами, исходящими от основной стенки канала и отражёнными волнами при отражениях от поверхностей слоев облицовок. Разработана компьютерная программа, позволяющая учитывать эти процессы[9]. Для сокращения времени расчётов без снижения при этом общей точности расчёта дополнительной звукоизоляции в работе [8]предложена упрощенная формула, учитывающая прохождение через облицовку только первой волны. Формула имеет вид.

$$R = 10 \lg \left(\frac{\rho_0 c_0}{\rho_1 c_1} \right) + 8.69 \left(\sum_{i=1}^M \gamma'_i d_i \right) - 20 \lg \left(\tau_{M,в} \prod_{i=1}^{M-1} \tau_{i,i+1} \right), \quad (1)$$

где $\rho_0 c_0 = 430 \text{ кг/м}^2 \text{ с}$ – волновое сопротивление воздуха; $\rho_1 c_1$ – волновое сопротивление материалов 1-го слоя облицовки; ρ_1 и c_1 – объемная плотность материала 1-го слоя облицовки и скорость звука в нем; d_i – толщина i -го слоя облицовки; γ'_i – действительная часть постоянной распространения волн для i -го слоя; M – количество слоев облицовки; $\tau_{i,i+1}$ – коэффициенты проницаемости между слоями; $\tau_{M,в}$ – тоже между последним слоем и воздухом внешней среды.

В работе [8]указано, что выражение (1) справедливо в случае если выполняется условие

$$\sum_{i=1}^M \gamma'_i d_i > 2, \quad (2)$$

то есть когда слои облицовки имеют достаточную толщину и обладают высокими поглощающими свойствами.

В работе [10] дана оценка точности предложенного метода расчёта звукоизоляции облицовки. Установлено хорошее согласование расчетных и экспериментальных данных в области средних и высоких частот. В области низких частот наблюдаются значительные флуктуации звукоизоляции, вызываемые процессами интерференции волн в этом диапазоне частот.

Исследованиями установлено, что звукоизоляция облицовок зависит от звукопоглощающих свойств принятых материалов и толщин слоев (см. формулу (1)), а также от положения слоев облицовок между собой и от их расположения по отношению к основной стенке канала и к окружающей канал среде. В статье[6] показано такое изменение звукоизоляции облицовок, выполненных из материалов K-Flex ST и K-FONIK GK. На рисунке 1 в качестве примера приведена акустическая эффективность многослойных покрытий из указанных материалов при различных

комбинациях расположения слоев, полученная при экспериментальных исследованиях на канале диаметром 400 мм.

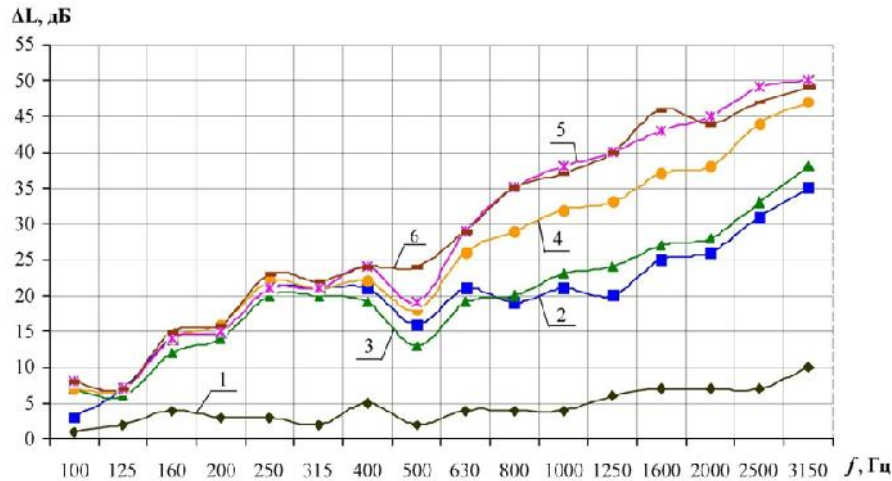


Рисунок 1 – Акустическая эффективность комбинированных многослойных облицовок при различном расположении слоев и изменение их толщин: **1** – K-Flex ST (25мм); **2** – K-Flex ST (25мм) + K-FONIK GK (2 мм); **3** – K-Flex ST (25мм) + K-FONIK GK (2 мм) + K-Flex ST (25мм); **4** – K-Flex ST (25мм) + K-FONIK GK (2 мм) + K-Flex ST (25мм) + K-FONIK GK (2 мм); **5** – K-Flex ST (25мм) + K-FONIK GK (2 мм) + K-Flex ST (25мм) + K-FONIK GK (2 мм) + K-Flex ST (25мм); **6** – K-Flex ST (25мм) + K-FONIK GK (2 мм) + K-Flex ST (25мм) + K-FONIK GK (2 мм) + K-Flex ST (25мм) + K-FONIK GK (2 мм)

В лаборатории защита от шума вентиляционного технологического оборудования НИИСФ РААСН выполнены серии исследований звукоизолирующих облицовок из материалов российских и зарубежных производителей. Исследовались покрытия из лёгких вспененных и фольгированных волокнистых материалов, из эластомеров на основе каучука, а также из пеностекла.

В процессе исследований установлено, что акустическая эффективность облицовок из лёгкого вспененного полиэтилена имеет низкие значения в низкочастотном и среднечастотных диапазонах [11]. Такие облицовки обладают хорошей звукоизоляцией в области высоких частот, однако этого не всегда достаточно для обеспечения необходимого снижения шума.

Более высокие изолирующие качества имеют облицовки из стеклянного и базальтового волокна. Они имеют высокую звукоизолирующую способность в области средних и высоких частот. В низкочастотном диапазоне их звукоизолирующая способность существенно ниже и мало отличается от звукоизоляции облицовок из других материалов. На рисунке 2 приведены значения акустической эффективности облицовок из вспененных и волокнистых материалов, полученные при испытаниях на трубе диаметром 200 мм [11].

На рисунке 2 кривые имеют следующие обозначения материала: ИЗ-1 – материал «ISOVER» толщиной $h=100$ мм и плотностью $\gamma=22$ кг/м³; ИЗ-2 – тоже при $h=30$ мм и $\gamma=30$ кг/м³; XPS – ПЕНОПЛЭКС с $h=40$ мм и $\gamma=40$ кг/м³; ПЭ – листовой вспененный полиэтилен типа «БЛЭК Стар ДАКТ-Ал» с $h=10$ мм и $\gamma=25$ кг/м³.

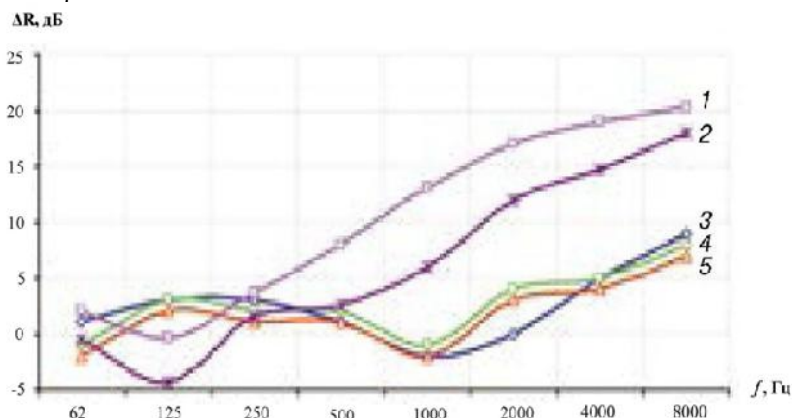


Рисунок 2 – Эффективность покрытий из вспененных и волокнистых материалов: 1 - ИЗ-1; 2 - ИЗ-2; 3 - XPS; 4 - ПЭФ; 5 - ПЭ

Как видно из рисунка 2 для облицовок из вспененных термопластов и волокнистых материалов характерен общий недостаток – невысокая звукоизоляция в диапазоне низких частот. Это связано с низкой объемной плотностью материалов.

Недостаток можно частично избежать применяя комбинированные покрытия. На рисунке 1 приведены данные об акустической эффективности таких покрытий, выполненных из лёгкого материала K-Flex ST с $\gamma \leq 45 \text{ кг/м}^3$ и из более плотного материала K-FONIK GK с $\gamma = 2000 \text{ кг/м}^3$. Видно, что чем больше слоев различных материалов в облицовке, тем выше ее акустическая эффективность.

Результаты исследований изменений характеристик звукоизолирующих облицовок подробно рассмотрены в статьях [11-14]. В процессе исследований установлены данные о влиянии конструктивных решений облицовок на их звукоизолирующие качества. При этом выявлено следующее.

1. Звукоизолирующие качества покрытий при неизменной их общей массе и толщине существенно зависят от последовательности расположения слоев с материалами разной плотности. Согласно [11] различия в звукоизоляции при изменении положения слоев могут составлять в отдельных октавных полосах 6-10 дБ

2. При сохранении толщины более плотного материала, например материала K-FONIK GK, и увеличении слоя более лёгкого, хорошо поглощающего звуковую энергию материала, например материала K-Flex ST, акустическая эффективность покрытия возрастает на средних и высоких частотах. При этом, на низких частотах наоборот наблюдается ухудшение звукоизоляции.

3. Частотная характеристика звукоизоляции существенно зависит от вида материала, контактирующего с поверхностью канала. Размещение на поверхности трубы волокнистых материалов практически не повышает звукоизоляцию в области низких частот. Рост звукоизоляции наблюдается на высоких частотах, на которых в большей мере проявляются звукопоглощающие свойства волокнистого материала. В этом случае целесообразно применять как минимум двухслойные облицовки. При этом первый слой от стенки канала должен выполняться из материалов с хорошими отражающими свойствами, например из термопластов.

4. Акустическая эффективность облицовок существенно зависит от геометрических параметров канала. Параметры определяют исходную звукоизолирующую способность канала без облицовок. В [14] установлено, что эффективность облицовок выше в конструкциях воздухопроводов больших диаметров. Для более подробного выявления закономерностей изменения эффективности облицовок при изменении геометрических параметров каналов требуется проведение дополнительных экспериментальных исследований при различных конструктивных решениях облицовок и каналов.

В целом результаты теоретических и экспериментальных исследований акустической эффективности звукоизолирующих облицовок свидетельствуют о сложном характере формирования волновых полей в пределах облицовки. Эффективным средством повышения звукоизоляции облицовок является применение многослойных облицовок из материалов с разными объемными плотностями и разными звукопоглощающими характеристиками. Регулирование звукоизоляции облицовок может достигаться изменением толщин слоев облицовки и их расположение по отношению к стенкам каналов и к окружающей воздухопровод среде.

Список использованных источников

1. Гусев В.П. Защита жилой застройки от шума расширенной по мощности ТЭЦ Москвы / В.П. Гусев, А.В. Сидорина, В.И. Леденев, И.В. Матвеева // БСТ: Бюллетень строительной техники. 2021. № 6 (1042). С. 10-12.
2. Гусев В.П. Оценка шумового воздействия развитой по мощности ТЭЦ на жилую застройку / В.П. Гусев, А.И. Антонов, В.И. Леденев, И.В. Матвеева // Биосферная совместимость: человек, регион, технологии. 2021. № 2 (34). С. 123-137.
3. Гусев В.П. Проектирование шумозащиты в зданиях с подвесными потолками технологического назначения / В.П. Гусев, О.А. Жоголева, В.И. Леденев // Строительство и реконструкция. 2017. № 3 (71). С. 49-57.
4. Гусев В.П. Проектирование оптимальной защиты от шумового воздействия систем ОВК в административных зданиях предприятий текстильной и легкой промышленности / В.П. Гусев, В.И. Леденев // Известия высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности. 2016. № 4 (364). С. 146-152.
5. Гусев В.П. Компьютерный расчет уровней шума при проектировании крупногабаритных газоздушных каналов / В.П. Гусев, О.А. Жоголева, В.И. Леденев // БСТ: Бюллетень строительной техники. 2016. № 6 (982). С. 15-17.
6. Гусев В.П. Проектирование звукоизоляции крупногабаритных вентиляционных каналов / В.П. Гусев, А.В. Сидорина, А.И. Антонов, В.И. Леденев // Известия высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности. 2017. № 2 (368). С. 254-260.

7. Жоголева О.А. Расчет требуемой звукоизоляции стенок газовоздушных каналов систем вентиляции зданий / О.А. Жоголева, В.И. Леденёв, О.О. Фёдорова // Устойчивое развитие региона: архитектура, строительство, транспорт. Материалы 2-й международной научно-практической конференции института архитектуры, строительства и транспорта Тамбовского государственного технического университета. 2015. С. 45-50.
8. Гусев В.П. Расчет дополнительной звукоизоляции воздуховодов при устройстве на них многослойных облицовок / В.П. Гусев, А.В. Сидорина, А.И. Антонов, В.И. Леденев // Известия высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности. 2018. № 3 (375). С. 202-207.
9. Расчет звукоизоляции слоистых облицовок из пористого материала для вентиляционных систем с каналами круглого сечения / Антонов А.И., Жоголева О.А., Леденев В.И. // Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ RU 2017663678, 08.12.2017. Заявка № 2017660689 от 23.10.2017.
10. Антонов А.И. Сравнительный анализ расчетных и измеренных значений дополнительной звукоизоляции воздуховодов из пористого материала FLEX-ST / А.И. Антонов, В.И. Леденев, В.П. Гусев // Строительство и реконструкция. 2018. № 4 (78). С. 76-83.
11. Гусев В.П. Акустические исследования звукоизолирующих покрытий на трубопроводы воздушных и газовых систем / В.П. Гусев, А.В. Сидорина // Строительные материалы. 2017. № 6. С. 59-62.
12. Гусев В.П. Изоляция шума воздуховодов систем вентиляции покрытиями с использованием эластомерных и волокнистых материалов / В.П. Гусев, А.В. Сидорина // Строительные материалы. 2013. № 6. С. 37-40.
13. Гусев В.П. Акустические характеристики покрытий на воздуховоды и технологические трубы / В.П. Гусев, А.В. Сидорина // Строительные материалы. 2015. № 6. С. 35-38.
14. Гусев В.П. Акустические и динамические характеристики эластомерных строительных материалов на основе NBR каучука / В.П. Гусев, О.А. Жоголева, В.И. Леденев, А.В. Сидорина // Строительные материалы. 2019. № 6. С. 56-61.

УДК 534.21: 628.517.2

87.55.29: Производственные, транспортные и иные шумы.

Исследование шумов. Методы и средства борьбы

КОМБИНИРОВАННЫЙ МЕТОД РАСЧЁТА ИМПУЛЬСНОГО ШУМА В ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ЗДАНИЯХ С ПОМЕЩЕНИЯМИ ПРАВИЛЬНОЙ ГЕОМЕТРИЧЕСКОЙ ФОРМЫ

Антонов Александр Иванович,

*ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», д.т.н., доцент,
профессор кафедры «Архитектура и градостроительство»*

Жоголева Ольга Александровна,

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

Леденев Владимир Иванович,

*ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», д.т.н., профессор,
советник РААСН,
профессор кафедры «Городское строительство и автомобильные дороги»*

Пороженко Марианна Александровна

*ФГБУ «Научно-исследовательский институт строительной физики Российской академии
архитектуры и строительных наук, гл. научный сотрудник*

В современных технологических процессах промышленного производства широко используются оборудование и инструменты, при работе которых излучается импульсный шум, оказывающий наиболее неблагоприятное воздействие на организм человека [1]. Степень воздействия импульсного шума зависит от характеристик источника, излучающего импульсы энергии, и от условий формирования шумового режима в помещениях с подобными источниками [2,3]. При оценке

воздействий импульсного шума на человека кроме эквивалентного уровня, определяющего его непостоянный во времени характер, необходимо также учитывать его пространственно-временные изменения [4]. При оценке таких изменений и при проектировании средств по снижению импульсного шума необходимо иметь методы расчёта его энергетических характеристик, учитывающие влияние на них различных факторов [5]. Известно, что наиболее значимым фактором, влияющим на точность расчётов, является характер отражения звука от ограждений [6]. В настоящее время в практике применяются методы расчёта, в которых используются предположения о зеркальном, диффузном или смешанном зеркально-диффузном отражении звука от ограждений. Наиболее подробные сведения о выборе модели отражения звука в современных расчётных методах приведены в статье [7].

Применение при расчётах шума методов, использующих только один конкретный вид отражения звука от ограждений, имеет определённые неудобства, например при исследованиях изменений энергетических характеристик шума в результате изменения характера отражения звука.

Более удобным в этом случае является комбинированная расчётная модель, которая позволяет без изменения алгоритма расчёта анализировать влияние различных моделей отражения звука от ограждений на шумовой режим помещений.

В статье рассматривается метод расчёта импульсного шума, позволяющий в рамках одной расчётной модели исследовать изменения шумового режима при различных условиях отражения звука от ограждений.

Предлагаемый метод разработан применительно к использованию в помещениях многоэтажных производственных зданий с характерной для них правильной геометрической формой.

Разработка метода произведена в рамках представлений о зеркально-диффузной модели отражения звука от ограждений с учётом её пограничных состояний, а именно, в пределах от идеальных зеркального до диффузного отражений.

В случае зеркально-диффузного отражения звука от ограждений часть падающей на ограждения звуковой энергии отражается зеркально, а другая её часть рассеивается. При таком характере отражения в звуковом поле помещения образуются две составляющие отражённой энергии, а именно, зеркальная и диффузная. Зеркальная составляющая появляется при отражениях зеркальной части лучей, а диффузная возникает при переходе части энергии зеркальных лучей в диффузно рассеянную энергию.

По этой причине в воздушном пространстве помещения образуется звуковое поле, энергетические характеристики которого определяются прямым звуком, приходящим в расчётную точку помещения непосредственно от источника, а также зеркальной и диффузной составляющими отражённой звуковой энергии. Соответственно расчёт уровней звукового давления импульсного шума в момент времени t в i -ой расчётной точке помещения производится по формуле

$$L_{\tau i} = 10 \lg \left[\frac{(\varepsilon_{\tau i}^{np} + \varepsilon_{\tau i}^3 + \varepsilon_{\tau i}^d) c}{I_0} \right] \quad (1)$$

где $\varepsilon_{\tau i}^{np}, \varepsilon_{\tau i}^3, \varepsilon_{\tau i}^d$ - плотности прямой звуковой энергии, зеркальной и диффузной составляющих отражённой звуковой энергии в i -ой расчётной точке объема помещения в момент времени t ; I_0 - интенсивность звука на пороге слышимости; c - скорость звука в воздухе.

Так как плотности звуковой энергии, входящие в формулу (1), связаны между собой, для их определения, предлагается использовать комбинированный метод расчёта.

Суть метода заключается в следующем. Вначале производится определение плотности энергии прямого звука и плотности зеркальной составляющей отражённого шума. Это связано с тем, что их энергия является первичным источником для образования диффузно отражённой звуковой энергии. Затем производится расчёт диффузно рассеянной энергии и вычисляются уровни звукового давления непостоянного шума по формуле (1).

Расчёт плотности прямой энергии, приходящей в i -ю расчётную точку от источника импульсного шума, как правило, не представляет сложности, и особенно, когда источник является точечным с известными факторам излучения. Например, для точечного источника, излучающего энергию равномерно в сферу, величина плотности прямой энергии будет определяться в расчётный момент времени t по формуле

$$\varepsilon_{\tau i}^{np} = \frac{w_i}{4\pi R_i^2 c} \exp(-m_a R_i), \quad (2)$$

где R_i - расстояние от источника до i -й расчетной точки; m_e - пространственный коэффициент затухания звука в воздухе; W_t - переменная акустическая мощность источника с учетом запаздывания прихода в расчетную точку излученной энергии, $t = \tau - R_i/c$.

Здесь и далее величины t и τ относятся к одному и тому же интервалу времени, однако, первая величина имеет отношение к излучению энергии источником звука, а вторая - определяет время наблюдения.

В случае помещений правильной прямоугольной формы определение зеркальной составляющей плотности отраженной звуковой энергии производится методом мнимых источников с учетом перехода при отражениях части зеркальной энергии в диффузно рассеянную энергию. В этом случае потери зеркальной энергии происходят за счет ее частичного поглощения на поверхности, имеющей коэффициент звукопоглощения α , а также за счет рассеянную части ее энергии при коэффициенте рассеяния поверхности β . Уменьшение зеркальной энергии в этом случае удобно оценивать одной величиной "условного" коэффициента звукопоглощения, определяемого выражением

$$\alpha_{yc} = 1 - (1 - \alpha)(1 - \beta) = \alpha + \beta - \alpha\beta \quad (3)$$

Так как коэффициент β практически невозможно определить для каждой отдельной поверхности, при расчетах его следует принимать одинаковым для всех поверхностей помещения. Выполненные нами предварительные исследования показывают, что в длинных помещениях типа коридоров коэффициент β при расчетах можно принимать равным $\beta = 0.2$, а в помещениях правильной геометрической формы с плоским потолком и при наличии в них технологического оборудования равным $\beta = 0.3 - 0.4$ [8].

В этом случае расчет зеркальной составляющей отраженной звуковой энергии производится по выражению

$$\varepsilon_{ti}^3 = \sum_{m=0}^{m=\infty} \sum_{n=0}^{n=\infty} \sum_{q=0}^{q=\infty} \frac{W_t \exp(-m_e r_{mnq}) \prod_{j=1}^6 (1 - \alpha_{ycj})^{k_j}}{4\pi c r_{mnq}^2} \quad (4)$$

где r_{mnq} - расстояние до расчетной точки от мнимого источника mnq порядка ($m + n + q \neq 0$); k_j - количество встреч луча от мнимого источника с j -ой поверхностью помещения; W_t - звуковая мощность источника с учетом запаздывания прихода луча от мнимого источника mnq порядка $t = \tau - r_{mnq}/c$; α_{ycj} - условный коэффициент звукопоглощения j -ой поверхности, определяемый по формуле (3). В данном случае величина α_{ycj} одинакова для каждой j -ой поверхности.

После определения плотности зеркальной составляющей отраженного шума ε^3 производится расчет плотности диффузно рассеянной энергии отраженного шума ε^d . Для ее расчета используется численный метод решения уравнения Куттруфа, ранее разработанный для оценки распределения диффузно отраженной энергии в условиях постоянного во времени звукового поля и использованный нами для оценки коэффициента связи между плотностью потока и градиентом плотности отраженной энергии в квазидиффузном звуковом поле [9]. Методика расчета имеет следующий порядок.

Все поверхности помещения в соответствии со схемой рисунка 1 делятся на площадки ds . Размеры площадок принимаются так, чтобы плотность энергии в их пределах была достаточно равномерной. Коэффициенты поглощения и отражения звуковой энергии поверхностями считаются диффузными, а отражение рассеянной энергии от поверхностей определяется косинусной зависимостью Ламберта.

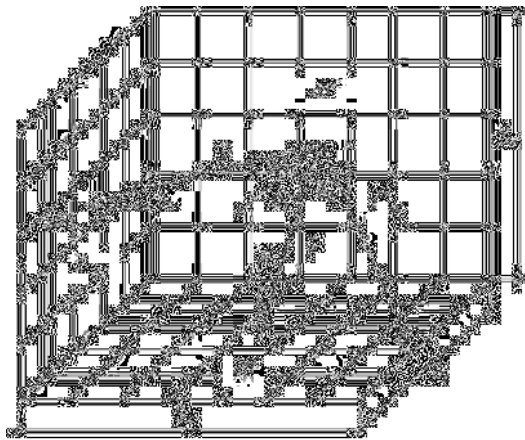


Рисунок 1 - Схема к расчету с использованием уравнения Куттруфа

В начале расчета методом мнимых источников находятся интенсивности прямой и зеркально отраженной энергий, падающих на каждую элементарную площадку ds'

$$I_{ds',t}^0 = \sum_{m=0}^{m=\infty} \sum_{n=0}^{n=\infty} \sum_{q=0}^{q=\infty} \frac{W_{t-r_{mnq}/c} \exp(-m_g r_{mnq}) \cos \theta_{mnq} \cdot \prod_{j=1}^6 (1 - \alpha_{ycj})^{k_j}}{4\pi r_{mnq}^2}, \quad (5)$$

где θ_{mnq} – угол падения звуковых волн от источника порядка mnq на элемент ограждения ds' . Для прямого звука при $m=n=q=0$ коэффициенты $k_j = 0$.

Расчеты интенсивности следует производить для временного интервала $t \in \{t_n, t_k\}$, где $t_n = \tau - 2T_p$, $t_k = \tau$, T_p – стандартное время реверберации в исследуемом помещении. Такое начало принято исходя из условия того, что вся полученная более поздняя суммарная энергия мнимых источников, приходящая от порций энергии, излученной источником ранее времени t_n будет иметь величину на порядок меньшую чем энергия, пришедшая в расчетную точку ко времени t_k за время $2T_p$. Следует отметить, что величина $2T_p$ принята достаточно условно, и поэтому в конкретных расчетных условиях она может быть принята другой большей или меньшей по величине относительно $2T_p$. Выполненные нами предварительные расчеты показали, что погрешность результатов расчетов плотности звуковой энергии за счет принятия $2T_p$ вместо, например, $6T_p$ составляет менее 1%.

Расчет плотности звуковой энергии в пределах интервала (t_n-t_k) производится через определенные промежутки времени. Шаг времени между расчетами зависит от характера изменения мощности импульсного источника звука в этот период, необходимой точности расчетов, а также от других факторов, в том числе и от времени выполнения расчетов.

Далее производится расчет диффузной составляющей энергии, падающей на участок ds' со всех других участков ds , и величина интенсивности $I_{ds',t}$ определяется выражением

$$I_{ds',t} = \int_s \frac{I_{(ds,t-r/c)} (1 - \alpha_s) \cos \theta_1 \cos \theta_2}{\pi r^2} ds + I_{ds',t}^0 (1 - \alpha_s) \beta, \quad (6)$$

где $I_{(ds,t-r/c)}$ – интенсивность падающей на участок ds звуковой энергии, определяемая вкладами отражений рассеянной энергии от всех других участков ограждений с учетом временных запаздываний. Другие условные обозначения поясняет рисунок 1.

Численный расчет интенсивностей звука по выражению (6) является трудоемкой задачей, требующей значительных объемов памяти для хранения результатов. Число неизвестных в этом случае равно произведению количества элементарных участков ограждений на количество слоев временного интервала $t \in \{t_n, t_k\}$, зависящих от времени реверберации и степени временной дискретности расчета.

Окончательно плотность диффузно отраженной энергии в i -й расчетной точке от источника с непостоянной звуковой энергией в момент времени τ определяется пространственным и временным распределением интенсивности отраженной звуковой энергии от элементов ограждений и рассчитывается по формуле

$$\varepsilon_{\tau i}^n = \int_s \frac{I_{ds',t} (1 - \alpha_{s'}) \cos \theta_2 \cdot ds'}{\pi r_{s'}^2 c} \exp(-m_g r_{s'}) \quad (7)$$

где $t = \tau - r'_s/c$ – момент излучения рассеянно отраженной энергии от поверхности ds' ; r_s – расстояние от элементарного элемента ограждения ds' до расчетной точки.

Далее при известных значениях $\varepsilon_{\tau i}^{np}, \varepsilon_{\tau i}^3, \varepsilon_{\tau i}^n$ по формуле (1) производится расчет уровней звукового давления L_{τ} .

Для оценки точности предложенного метода произведен сравнительный анализ экспериментальных и расчетных данных, полученных в длинных и плоских производственных помещениях. Все помещения имели правильную прямоугольную форму. Во время эксперимента в длинных помещениях оборудование отсутствовало. В плоских помещениях количество оборудования было незначительным.

Аппаратурное обеспечение экспериментальных исследований включало источники звуковой энергии, комплект шумометрических приборов и аппаратуру для измерения времени реверберации. При экспериментах использовался всенаправленный источник звука (додекаэдр) OED-P-012-600. Звуковая мощность источника в диапазоне частот 63-8000 Гц была 90 дБ и выше. Показатель направленности источника не превышал ± 5 дБ. Измерения выполнены с использованием аппаратуры ООО «Компания ОКТАВА+», позволяющей записывать и анализировать временные и энергетические характеристики шума в помещениях. Методика измерений уровней звукового давления соответствовала ГОСТ 12.1.050-86. Выбор количества и положения точек измерения в помещениях отвечал требованиям анализа распределения

отраженной энергии с позиций влияния на нее характера отражения звука и пропорций помещений.

Расчеты выполнялись с использованием специально разработанной компьютерной программы, позволяющей производить вычисления комбинированным методом при любых значениях β в диапазоне от $\beta=0$ (полностью зеркальное отражение) до $\beta=1.0$ (полностью диффузное рассеяние).

На рисунках 2 и 3 приведены результаты расчетов и эксперимента в длинном помещении типа коридора и в плоском помещении. Видно, что расчеты при зеркальной модели отражения ($\beta=0$) существенно завышаются, а при диффузной модели ($\beta=1$) занижаются. Наиболее близкие к эксперименту результаты получены при зеркально-рассеянном отражении, когда $\beta=0.2$.

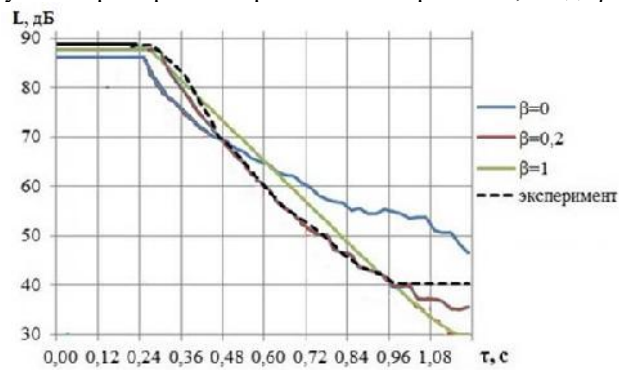


Рисунок 2. Экспериментальные и расчетные уровни звукового давления в длинном помещении с размерами 49.6×2.5×3.5 м

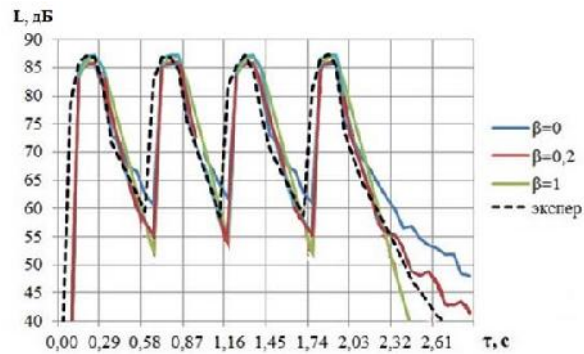


Рисунок 3. Экспериментальные и расчетные уровни звукового давления в плоском помещении с размерами 72×36×6 м

В целом результаты сравнительного анализа указывают на необходимость использования при оценке шумового режима в помещениях с импульсными источниками шума методов расчета, в основе которых заложено представление о зеркально-диффузном отражении звука от ограждений и, в частности, представленный в данной статье комбинированный метод расчета.

Предложенный метод и компьютерная программа для его реализации позволяют производить оценку шумового режима в производственных помещениях правильной геометрической формы при любой величине коэффициента рассеяния β в пределах от $\beta=0$ (полностью зеркальное отражение) до $\beta=1$ (полностью диффузное рассеяние). Погрешность расчетов в наиболее сложных случаях не превышает ± 2.0 дБ, что соответствует требуемой точности практических расчетов при оценке непостоянного шумового режима и разработке строительно-акустических средств снижения шума в производственных зданиях.

Список использованных источников

1. Суворов Г.А. Импульсный шум и его влияние на организм человека / Г.А. Суворов, А.М. Лихницкий. – Ленинград: Медицина, 1975. – 207 с. – Текст: непосредственный.
2. Леденев В.И. Исследование влияния характеристик источников импульсного шума на распределение звуковой энергии в помещениях / В.И. Леденев, О.А. Жоголева, М.А. Пороженко, В.А. Аистов // Устойчивое развитие региона: архитектура, строительство и транспорт. Материалы VIII-ой Международной научно-практической конференции. 2021. С. 216-218.

3. Антонов А.И. Учет фонового шума при проектировании шумозащиты в помещениях с импульсными источниками звука / А.И. Антонов, В.И. Леденев, М.А. Пороженко, И.В. Матвеева // БСТ: Бюллетень строительной техники. 2021. № 11 (1047). С. 26-28.
4. Антонов А.И. Методы оценки пространственно-временных изменений импульсного шума при проектировании шумозащиты в производственных зданиях / А.И. Антонов, В.И. Леденев, И.В. Матвеева, Е.О. Соломатин // Приволжский научный журнал. 2021. № 4 (60). С. 9-16.
5. Антонов А.И. Условия, определяющие процессы формирования шумового режима в замкнутых объемах, и их учет при оценке распределения звуковой энергии в помещениях / А.И. Антонов, А.В. Бацунова, И.Л. Шубин // Приволжский научный журнал. 2015. №3(35). С. 89-96.
6. Антонов А.И.. Расчеты шума при проектировании шумозащиты в производственных зданиях. / А.И. Антонов, В.И. Леденев, И.В. Матвеева, И.Л. Шубин // Москва; Берлин: Директ-Медиа, 2020. 274 с.
7. Антонов А.И. Влияние характера отражения звука от ограждений на выбор метода расчета воздушного шума в гражданских и промышленных зданиях / А.И. Антонов, В.И. Леденев, И.В. Матвеева, О.О. Федорова // Приволжский научный журнал. 2017. №2 (42). С. 16-23.
8. Giyasov V.I. Method for noise calculation under specular and diffuse reflection of sound / V.I. Giyasov, V.I. Ledenyov, I.V. Matveeva // Magazine of Civil Engineering. 2018. № 1 (77). С. 13-22.
9. Antonov A. Coupling Coefficient of Flux Density and Density Gradient of Reflected Sound Energy in Quasi-Diffuse Sound Fields / A. Antonov, V. Ledenev, T. Nevenchannaya, I. Tsukernikov, I. Shubin // Journal of Theoretical and Computational Acoustics. 2019. V27.N2. C1850053

УДК 624. 15

67.11.29 Основания и фундаменты

МОДЕЛИРОВАНИЕ ВЗАИМНОГО ВЛИЯНИЯ БЛИЗКО РАСПОЛОЖЕННЫХ ФУНДАМЕНТОВ, ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ В ПРОГРАММЕ (PLAXIS)

Аль-Бухейти Али Яхья Нассер

ФГБОУ ВО "Тамбовский государственный технический университет" Аспирант кафедры «Конструкции зданий и сооружений», 392024, Россия, г. Тамбов, ул. Мичуринская 112, al_bukhaiti@mail.ru

Леденев Виктор Васильевич

ФГБОУ ВО "Тамбовский государственный технический университет" Д-р техн. наук, проф. кафедры «Конструкций зданий и сооружений», 392024, Россия, г. Тамбов, ул. Мичуринская 112

Приведены результаты численных исследований взаимного влияния близко расположенных фундаментов, зданий и сооружений при различных влияющих параметров.

Ключевые слова: соседние здания, фундаменты, основания, взаимное влияние, численные исследования.

Относительная разность осадок близко расположенных объектов ограничивается предельно допустимыми величинами. Однако точность вычисления их недостаточна, поскольку, как правило, не удается вычислить жесткости зданий, сооружений, конструкций, узлов сооружения. В процессе эксплуатации объектов неравномерно по объёму и с разными скоростями изменяются механические, реологические и жесткостные характеристики материалов и грунтов оснований [1,6-14].

Отметим, что недопустимые неравномерные перемещения происходят и между отдельными частями здания или сооружения вследствие: разных конструктивных решений (например, фундаментов плитных и свайных); большой разности в нагрузках, жесткостях, размерах; несовпадения центров масс и жесткостей; неравномерного развития процессов (просадки, набухания, оползневых и др.) [3-5, 7, 9].

Особенности повреждения существующих зданий после пристройки новых рассмотрены в работах Б.И. Далматова (1975); С.Н. Сотникова (1984), Я.В. Савинова (2003), В.В. Леденева (1970...2008), В.Г. Силагина (2010) и др. Приведем примеры из практики.

Приведены примеры взаимного влияния соседних зданий, где в первом примере осадка 4-х этажного дома опирающегося на слабом грунте составляла 1,239 м, осадка второго дома, где сваи

опираются глубже на хорошем грунте состояла 0,329м (рисунок 1). Свайный фундамент разделил зоны сжимаемых грунтов под соседними зданиями на разные глубины. В таблицах (3, 4) показано изменение в точках до и после деформации, под первым (1) и вторым (2) корпусами.

Таблица 1

Характеристики материалов, где E модуль упругости A площадь сечения I момент инерции (производные даны в качестве примера)

Название объекта	EA[kN/m]	EI[kNm ² /m]	Фигура	Площадь	М. инерции I
Несущие стены	9.10 ⁶	67.10 ³	Круг	$A = \pi D^2/4$	$I_y = I_z = \pi D^4/64$
Плиты перекрытия	6,0.10 ⁶	11,0.10 ³	Прямоугол.	$A = bh$	$I_y = \frac{bh^3}{12}, I_z = \frac{hb^3}{12}$
Фундамент	12.10 ⁶	160.10 ³	Квадрат	$A = a^2$	$I_y = I_z = a^4/12$
Сваи	1,7.10 ⁶	364.10 ³	Коэф. Пауссона ν ,	Бетон (0,15-0.2)	Сталь(0,25-0.3)
Штампы	5.10 ¹⁰	8,5.10 ³	Модуль упругости E	Бетон 30.10 ⁶	Сталь 20.10 ⁶

Первый пример

Таблица 2

Геотехнические характеристики грунта основания

Модель	Слой	γ [кН/м ³]	c [кПа]	ϕ , град	E [кПа]	ν	Доп. парам.
Модель упрочняющегося грунта (HS) (Hardening-Soil)	1	15,00-18,00	2,7	19	9200	0,2	$E_{50}^{ref} = 9200$ $E_{50}^{ref} = E_{oed}^{ref} = 9200$ $E_{50}^{ref} = 3E_{ur}^{ref} = 27000$ $P^{ref} = 100 \text{ кН/м}^2$
	2	19,00-20,00	8	36	14000	0,2	$E_{50}^{ref} = 14000$ $E_{50}^{ref} = E_{oed}^{ref} = 14000$ $E_{50}^{ref} = 3E_{ur}^{ref} = 47000$ $P^{ref} = 100 \text{ кН/м}^2$

Таблица 3

General	Original	Deformed
Node 6660		
X	11,502 m	11,509 m
Y	10,667 m	10,591 m
Node 6598		
X	11,500 m	11,564 m
Y	20,000 m	19,801 m
Δx	-0,002 m	0,055 m
Δy	9,313 m	9,209 m
Distance	9,313 m	9,209 m
Orientation	-89,986 °	89,658 °
Measurements		
Elongation	-0,104 m	
$ \Delta u $	0,119 m	
$\Delta u_{perpendicular}$	-0,057 m	
Rotation	-0,355 °	
Tilt	0,615 % = 1 : 162,7	

Таблица 4

General	Original	Deformed
Node 2145		
X	28,750 m	28,785 m
Y	20,000 m	19,698 m
Node 4852		
X	28,749 m	28,747 m
Y	3,073 m	2,961 m
Δx	-0,001 m	-0,038 m
Δy	-16,927 m	-16,717 m
Distance	16,927 m	16,717 m
Orientation	89,998 °	89,870 °
Measurements		
Elongation	-0,210 m	
$ \Delta u $	0,213 m	
$\Delta u_{perpendicular}$	-0,037 m	
Rotation	-0,127 °	
Tilt	0,220 % = 1 : 455,1	

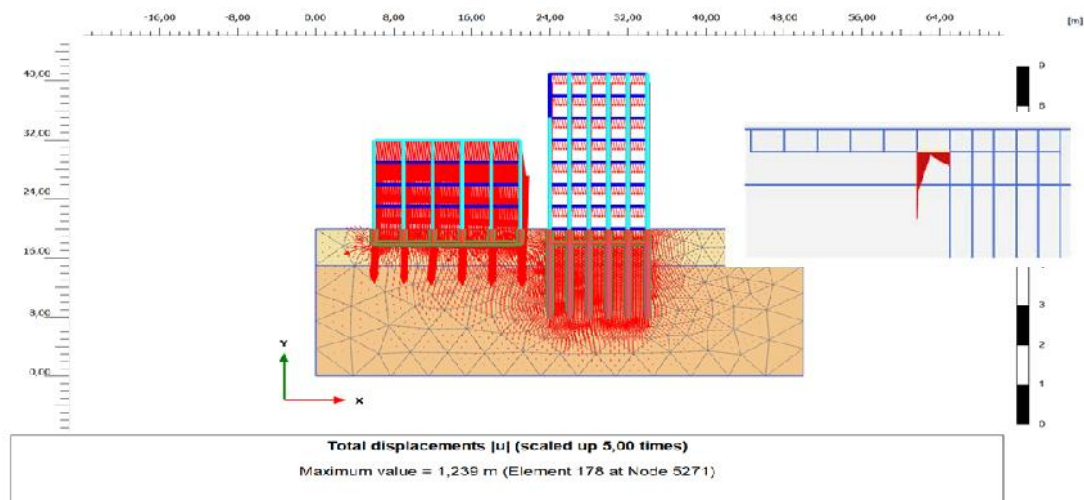


Рисунок 1 - Деформированная схема и изополю осадок. Основание моделируется в плоской постановке 15-узловыми конечными элементами. Модель Hardening Soil Model

Второй пример

В втором примере показано изополю осадок и напряжение. Основание моделируется в плоской постановке 15-узловыми конечными элементами. Модель Hardening Soil Model (таблица 5). Моделирование в «Plaxis 2D» показало, что ширина перемещение равна 0,8 м по периметру первого здания и 1,2 м по периметру второго здания (рисунок 3).

Таблица 5

Геотехнические характеристики грунта основания

Модель	γ [кН/м ²]	c [кПа]	ϕ , град	E [кПа]	ν	Доп. парам.
Модель упрочняющегося грунта (HS) Hardening-soil	19,00-20,00	8	36	14000	0,2	$E_{50}^{ref} = 14000$ $E_{50}^{ref} = E_{oed}^{ref} = 14000$ $E_{50}^{ref} = 3E_{ur}^{ref} = 47000$ $p^{ref} = 100 \text{ кН/м}^2$

Для экспериментального определения параметров модели упрочняющегося грунта (HS) выполняются лабораторные испытания образцов грунта методами компрессионного и трехосного сжатия согласно ГОСТ 12248–2010.

Рассмотрим виртуальные трехосные испытания в программе (PLAXIS SoilTest) (рис. 2).

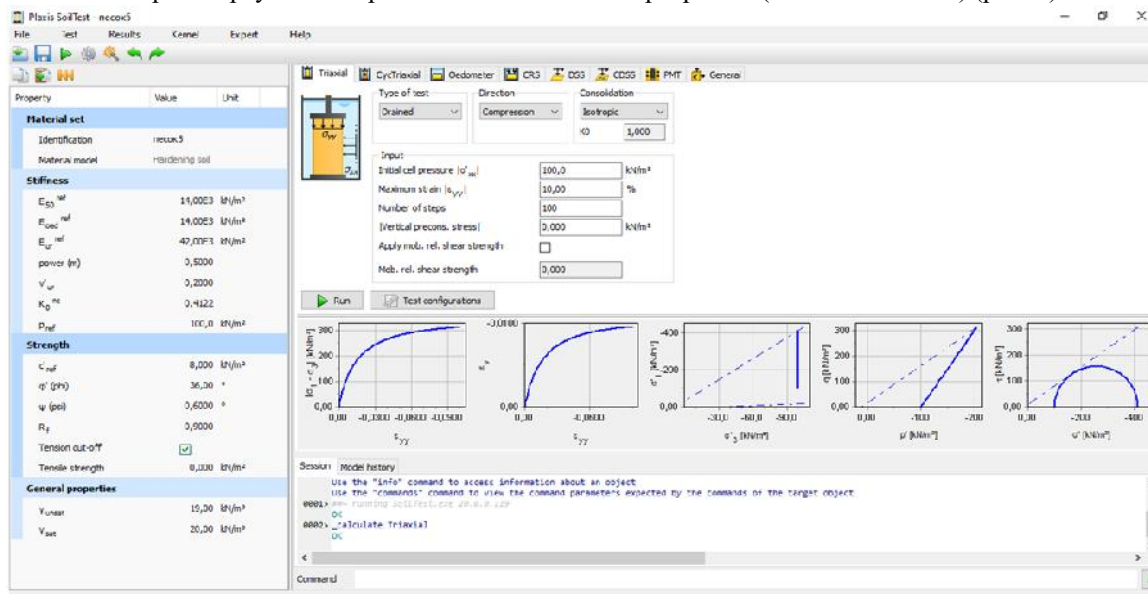


Рисунок 2 - Виртуальные трехосные испытания в программе PLAXIS (SoilTest) с использованием модели упрочняющегося грунта при малых деформациях

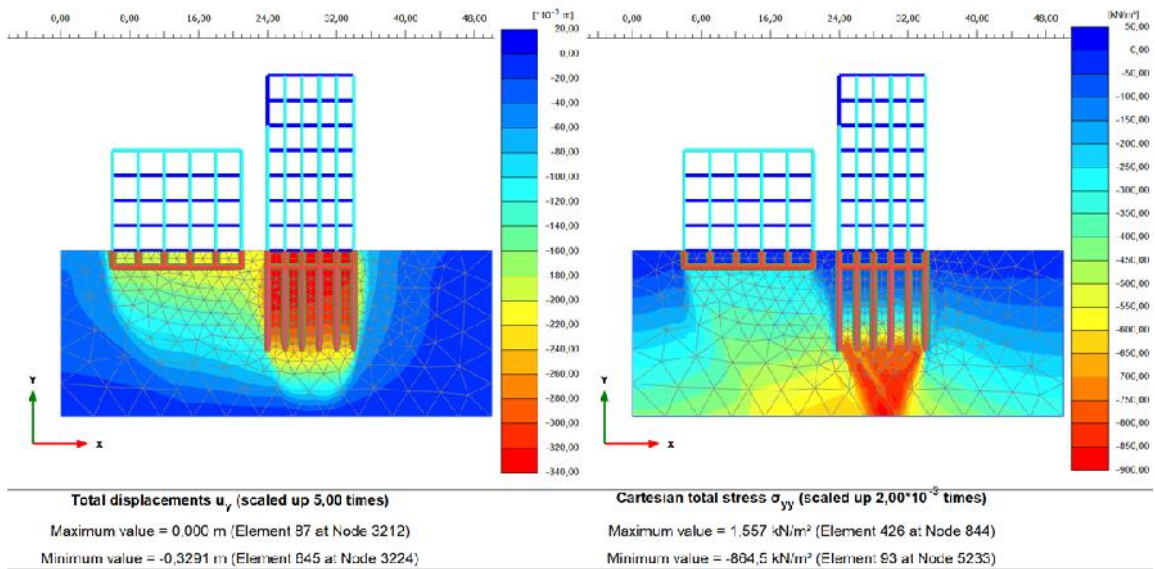
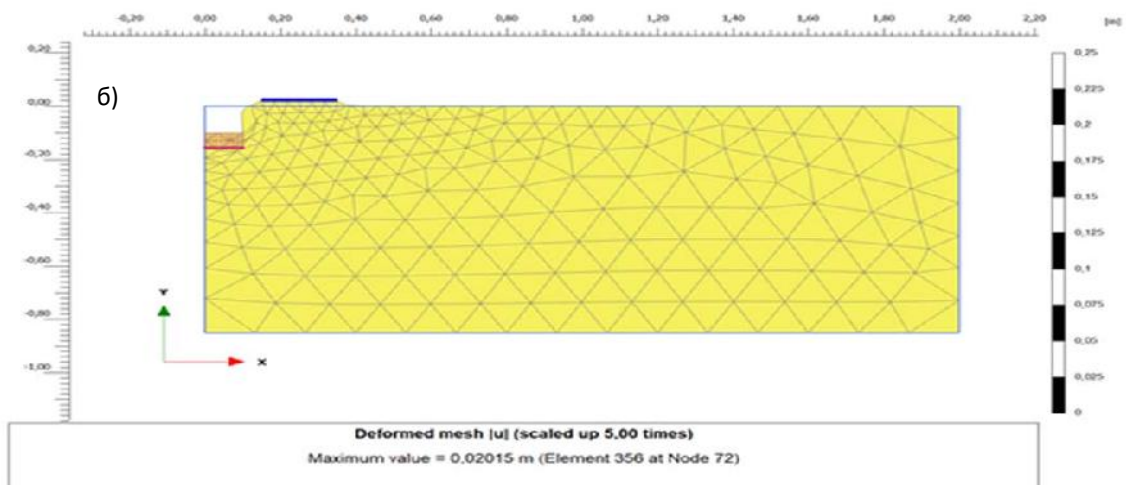
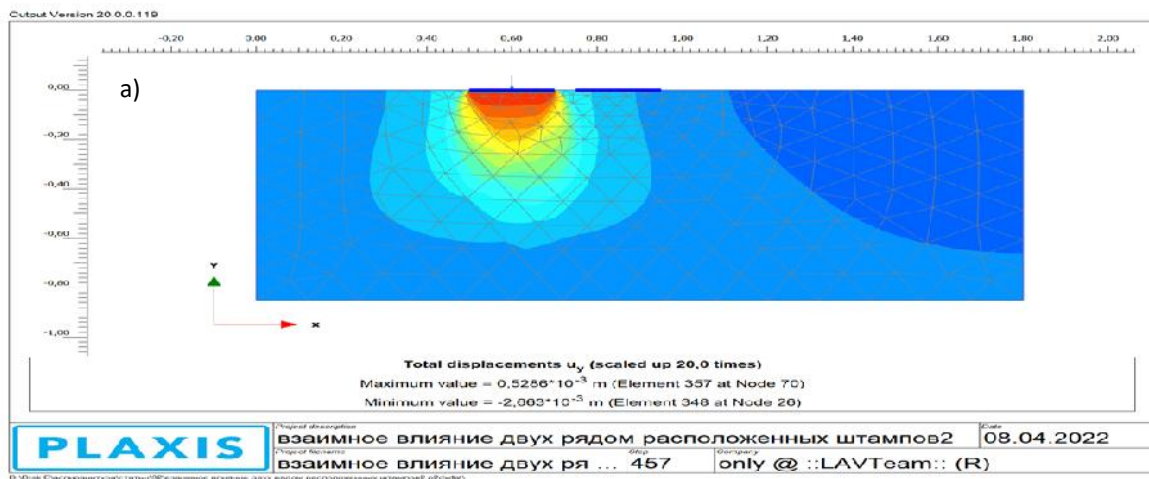


Рисунок 3 - Изополя осадок (а) и напряжение (б) второго примера.

Взаимное влияние рядом расположенные незаглублённых жестких круглых штампов

Рассмотрим возможные варианты моделирования рядом расположенных фундаментов в Plaxis, модель расчёта Мора-Кулона (Mohr-Coulomb).



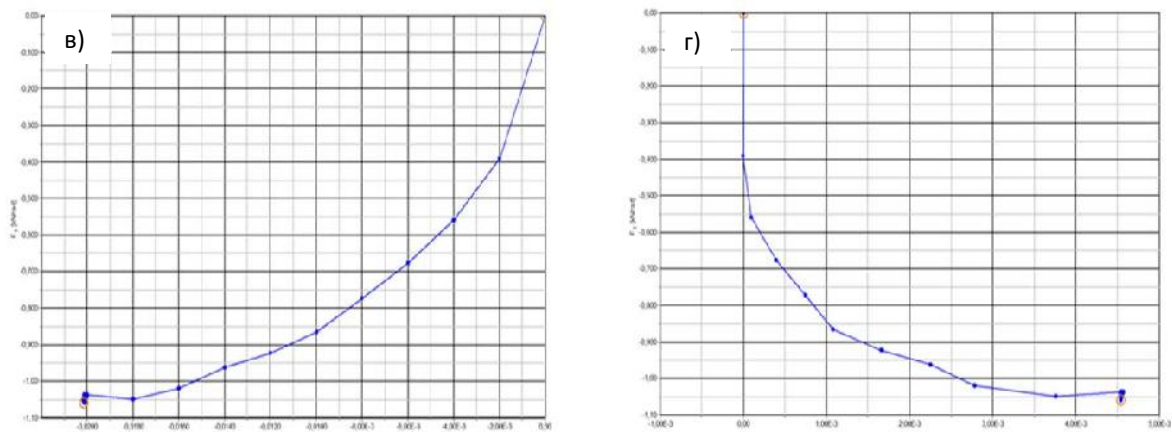


Рисунок 4 - Осадка первого (а) второго (б) случая, график зависимости осадки и нагрузки нагруженного (в) и ненагруженного (г) штампа

Расчётная схема: мощность 0,85 м; ширина 2 м, $D=200\text{мм}$; $\gamma=15[\text{кН/м}^3]$; $c=2[\text{кПа}]$; $\varphi=34\text{град}$; $E=11000[\text{кПа}]$; $\nu=0,34$, $H=0,85\text{м}$.

В первом варианте (рис. 4,б) нормальная и продольная жесткость равно ($EA= 3 \cdot 10^{10} [\text{кН/м}]$; $EI= 10 \cdot 10^3 [\text{кНм}^2/\text{м}]$), в втором варианте (рис.4,б) условный фундамента замоделирован как заданное перемещение $u=0,002;0,004;0,006\dots0,02\text{м}$ (жесткий фундамент) шириной 200 мм.

Отметим что осадка ненагружено штамп в первом случае (рис.4,а) составляла $-0,60\text{мм}$, а в втором (рис.4,б) $+0,45\text{мм}$.

Заключение.

Для предотвращения повреждений и разрушений зданий, сооружений и строительных конструкций необходимо изучение механизма деформирования, разрушения грунтовых оснований, при взаимном влиянии фундаментов, зданий и сооружений. Конечно-элементное моделирование позволяет оценить возникновение деформаций, осадки, перемещений и крена при взаимном влиянии зданий и наличии зоны ослаблений грунтов.

Список использованных источников

- 1.Аль-Бухейти А. Я. Перемещение ненагруженного фундамента от влияния нагруженного. / В.В. Леденёв, А.Я. Аль-Бухейти// Строительная механика и конструкции, выпуск №1 (8). – Воронеж: Изд-во 2014. С. 125-139.
- 2.Аль Бухейти А.Я. Экспериментально-теоретические исследования перемещений близко расположенных фундаментов при действиях плоской системы сил/А. Я. Аль-Бухейти, А.Б. Даниш, В.В. Леденев, Я.В Савинов // Строительная механика и конструкции, выпуск – Воронеж: Изд-во 2019. С. 93-107.
- 3.Аль-Бухейти А.Я. Обследование поврежденных близко расположенных зданий в исторической части города Санаа (Йемен) /А.Я. Аль-Бухейти, В.В. Леденёв, Я.В. Савинов, О.В. Умнова, А.М. Джавад // et al 2020 IOP Conf. Ser.: Mater. Sci. Eng. 913 022017.
- 4.Далматов, Б.И. Расчет оснований зданий и сооружений по предельному состоянию: учебное пособие / Б.И. Далматов. - Л.: Стройиздат, 1968. -116с.
- 5.Даниш А.Б. Повреждения стен близко расположенных зданий вследствие взаимного влияния их фундаментов/ А.Б. Даниш, А. Я. Аль-Бухейти, В.В. Леденев, Я.В. Савинов// Строительная механика и конструкции, выпуск №2 (21), 2019, С. 109-117.
- 6.Емельянов В.В., Комаров И.А., В.В. Леденёв, Я.В. Савинов. Взаимное влияние рядом расположенных фундаментов, зданий и сооружений. Дефекта зданий и сооружений. Усиление строительных конструкций. Материалы VIII научно-методической конференции ВИТУ (18 марта 2004г). – СПб. ВНТУ, 2004. – С.27-31.
- 7.Караулов А.М. Несущая способность оснований осесимметричных фундаментов зданий и сооружений: автореф. дис. ... докт. техн. наук. / А.М. Караулов. -СПб., 2009.-46с.
- 8.Королев К.В. Исследование несущей способности оснований близко расположенных ленточных фундаментов мелкого заложения. - автореф. дис. ... канд. техн. наук. - Новосибирск, СГУПС, 2003. – 18с.

9. Леденёв В.В. Прочность и трещиностойкость стен: монография / В.В. Леденёв. – Тамбов: Изд-во ФГБОУ ВПО «ТГТУ», 2015. – 224с.
10. Леденёв В.В. Аварии, разрушения и повреждения. Причины, последствия и предупреждения: монография/В.В. Леденев, В.И. Скрылёв. – Тамбов: Изд-во ФГБОУ ВО «ТГТУ», 2017. – 440с.
11. Леденев В.В. Деформирование и разрушение оснований, фундаментов, строительных материалов и конструкций (теоретический эксперимент): монография / В.В. Леденев. – Тамбов: издательский центр ФГБОУ ВО «ТГТУ», 2018. – 464 с.
12. Симагин В.Г. Проектирование и устройство фундаментов вблизи существующих сооружений в условиях плотной застройки: учебное пособие/ В.Г. Симагин. - М.: АСВ, 2010. - 128с.
13. Anastasopoulos J. Stuctuzae damage of a 5-stozey silding: diffezential settlement due to constzuction of an adiacent building or because of constzuction defects? Seventh in teznational confezence on case hystozies in geotechnicae engimeezing. 2013, Chicage, pp. 1-10.
14. Stuazt J.G (1962). Jntezfezence between foundations with special zefczence of suzface footings in sand. Geotehnicue. Vol.12. pp. 15-23.

УДК 691-405

67.09.55: Композиционные материалы

ПОДБОР ОПТИМАЛЬНОГО СОСТАВА КОМПОЗИТА МЕТОДОМ МАТЕМАТИЧЕСКОГО ПЛАНИРОВАНИЯ ЭКСПЕРИМЕНТА С ПРОЧНОСТНЫХ ПОЗИЦИЙ

Горохов Тимофей Иванович,

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

Филимошкина Ксения Валерьевна,

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

Ерофеев Александр Владимирович,

*ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», к.т.н., доцент, доцент
кафедры «Конструкции зданий и сооружений» e-mail: AV.Erofeev@yandex.ru*

Основным компонентом разработанного композитного материала является гипсовое вяжущее, получаемое из природного гипсового камня, способного после помола и термической обработки химически взаимодействовать с водой. В зависимости от минимального предела прочности на сжатие и на изгиб в нормативной документации установлено 12 марок гипса (Г2 – Г25), однако наиболее распространен гипс марок от Г4 до Г7, который используется для изготовления штукатурных растворов. Однако, в процессе проведения исследования использовался гипс марки Г16, который является оптимальным для изготовления декоративных элементов применяемых в отделке. Это связано с тем, что в процессе эксплуатации к готовому гипсовому изделию предъявляются требования по обеспечению необходимой прочности [1]. Марку гипса по прочности определяют для каждой новой рабочей партии образцов испытанием на сжатие и изгиб стандартных образцов размером 4×4×16 см после завершения процесса их гидратации и кристаллизации по стандартной методике, представленной в ГОСТе 125-2018. В качестве наполнителя изделия выбраны древесные опилки фракцией 5 мм [2].

Для сокращения количества опытов при подборе оптимального соотношения исходных компонентов композитного материала (гипсовое вяжущие, древесные опилки, вода) с прочностных позиций (прочность при сжатии) было выполнено математическое планирование эксперимента, которое позволяет учитывать все исходные параметры и закономерности, по которым они изменяются. Для ее получения эмпирическим способом используются статистические методы планирования [3].

Количество отношений z_i характеризующих взаимозависимость среди всех компонентов q -компонентной смеси, на единицу меньше числа исследуемых переменных. Исходя из этого, для композита, включающего в себя три компонента, уравнение будет иметь следующий вид:

$$z_1 = \frac{x_1}{x_2}, z_2 = \frac{x_3}{x_2} \quad (1)$$

Полученные зависимости являются аргументами для построения новых систем с несколькими переменными. Зависимость новых переменных от исходных образуется с помощью кодирования новых переменных:

$$\delta_1 = \frac{z_1 - z_1^{(0)}}{p_{z1}} = \frac{\frac{x_1}{x_2} - (\frac{x_1}{x_2})^0}{p_{z1}}, \delta_2 = \frac{z_2 - z_2^{(0)}}{p_{z2}} = \frac{\frac{x_3}{x_2} - (\frac{x_3}{x_2})^0}{p_{z2}} \quad (2)$$

где $(\frac{x_1}{x_2})^0, (\frac{x_3}{x_2})^0$ - отношения относительных содержаний компонентов в исходной точке плана, а p_{z1}, p_{z2} - интервалы варьирования новой переменных z_1 и z_2 , равные $[z_1^{(0)} - z_1^{(H)}], [z_2^{(B)} - z_2^{(0)}]$ соответственно; $(\frac{x_1}{x_2})^{(B)}, (\frac{x_3}{x_2})^{(B)}$ - верхний уровень отношения компонентов, $(\frac{x_1}{x_2})^{(H)}, (\frac{x_3}{x_2})^{(H)}$ - нижний уровень отношения компонентов [4].

Геометрическое множество точек, для которых условие информированности суммы переменных x_1, x_2, x_3 справедливо, является многогранником с количеством сторон $(q-1)$. Для дальнейшего удобства выполнения расчетов необходимо с помощью метода кодирования аргументов перестроить матрицу планирования. Благодаря кодированию и использованию относительных величин верхние и нижние уровни варьирования z_1^B, z_2^B и z_1^H, z_2^H находятся в пределах от +1 до -1. Это означает, что полностью отсутствует зависимость от интервалов варьирования факторов p_{z1}, p_{z2} значений основных уровней, физической природы факторов.

Для подбора оптимального состава материала на основе гипсового вяжущего и древесных отходов в качестве аргументов x_1, x_2, x_3 приняты соответственно вода, гипс марки Г-16 (вяжущее вещество), опилки (мелкий наполнитель). После проведения предварительного экспериментального подбора компонентов в качестве исходного соотношения были приняты следующие пропорции: $x_1^0 = 40\%$ (вода), $x_2^0 = 45\%$ (гипс), $x_3^0 = 15\%$ (опилки). Экспериментальная область, следовательно, ограничивалась условиями $35 \leq x_1 \leq 45, 40 \leq x_2 \leq 50, 10 \leq x_3 \leq 20$. Тогда регрессионное уравнение будет иметь следующий вид:

$$\hat{y} = b_0 + b_1 \frac{x_1}{x_2} + b_2 \frac{x_3}{x_2} \quad (3)$$

Результаты проведения экспериментальных исследований образцов на сжатие, изготовленных по полученным комбинациям компонентов, позволили получить отклики y (прочность композитного материала на сжатие). Испытания на сжатие проводились на половинках образцов-балочек по стандартной методике. Испытания проводились на гидравлическом прессе. Для получения каждой точки испытывалось 6 образцов, причем, согласно методике из дальнейшего расчета исключались наибольшее и наименьшее значения полученных прочностей. Все расчеты выполнены в программном комплексе Microsoft Excel с точностью до 0,0000001, а для представления результатов значения округлялись до требуемой точности. Матрица планирования эксперимента, а также результаты проведения экспериментальных испытаний прочности образцов на сжатие представлены в таблице 1.

Таблица 1

Матрица планирования

№ опыта	План в кодированных переменных		План в отношениях		План в исходных переменных			Отклик y , МПа, Прочность на сжатие				
	δ_1	δ_2	z_1	z_2	$x_1, \%$	$x_2, \%$	$x_3, \%$	y_1	y_2	y_3	y_4	\bar{y}
1	-1	-1	0,78	0,22	38,89	50,00	11,11	1,75	1,50	1,58	1,54	1,59
2	-1	+1	0,78	0,44	35,00	45,00	20,00	1,50	1,33	1,42	1,50	1,44
3	+1	-1	1,00	0,22	45,00	45,00	10,00	1,88	1,92	1,92	1,94	1,91
4	+1	+1	1,00	0,44	40,91	40,91	18,18	1,54	1,46	1,54	1,33	1,47

Найдем коэффициенты уравнения регрессии b_0, b_1 и b_2

$$\begin{aligned} b_0 &= \frac{y_1 + y_2 + y_3 + y_4}{4} = \frac{1,59 + 1,44 + 1,91 + 1,47}{4} = 1,60; \\ b_1 &= \frac{-y_1 - y_2 + y_3 + y_4}{4} = \frac{-1,59 - 1,44 + 1,91 + 1,47}{4} = 0,09; \\ b_2 &= \frac{-y_1 + y_2 - y_3 + y_4}{4} = \frac{-1,59 + 1,44 - 1,91 + 1,47}{4} = -0,15; \\ y &= 1,60 + 0,09\delta_1 - 0,15\delta_2 \end{aligned} \quad (4)$$

Далее находим p_{z1} и p_{z2} по формулам:

$$\begin{aligned} p_{z1} &= z_1^{(0)} - z_1^{(H)} = 0,89 - 0,78 = 0,11; \\ p_{z2} &= z_2^{(B)} - z_2^{(0)} = 0,44 - 0,33 = 0,11. \end{aligned}$$

Подставив полученные значения в формулу (2), получим:

$$\delta_1 = \frac{x_1 - 0,89}{x_2 - 0,11} = 9,09 \frac{x_1}{x_2} - 8,09, \delta_2 = \frac{x_3 - 0,33}{x_2 - 0,11} = 9,09 \frac{x_3}{x_2} - 3,00. \quad (5)$$

При преобразовании формулы (4) с учетом принятых условий кодирования (формула 3):

$$y = 1,32 + 0,82 \frac{x_1}{x_2} - 1,36 \frac{x_3}{x_2}.$$

Далее проверяем воспроизводимость эксперимента (таблица 2):

Таблица 2

Однородность оценок s_g^2 дисперсий

$s_1^2 = \left(\left \bar{y} - y_1 \right \right)^2$	$s_2^2 = \left(\left \bar{y} - y_2 \right \right)^2$	$s_3^2 = \left(\left \bar{y} - y_3 \right \right)^2$	$s_4^2 = \left(\left \bar{y} - y_4 \right \right)^2$	G
0,024	0,009	0,000	0,003	0,678
0,004	0,011	0,000	0,004	0,568
0,001	0,000	0,000	0,008	0,645
0,005	0,000	0,005	0,018	0,631

Критическое значение коэффициента Кохрэна $G_{кр}$ при числе степеней свободы $v_{\text{вос}} = m-1 = 3$ и $v_{2\text{вос}} = N = 4$ и при уровне значимости $q_{\text{вос}} = 5\%$, составляет 0,6841. Расчетная величина G для экспериментальных данных не превышает критического значения $G_{кр}$, следовательно, гипотеза об однородности выборочных дисперсий отвечает результатам наблюдений:

$$s_{\text{вос}}^2\{y\} = 0,0108;$$

$$s\{b\} = \sqrt{\frac{0,0108}{4 \cdot 4}} = 0,026;$$

$$t = \frac{|b|}{0,026}.$$

По критерию Стьюдента при числе степеней свободы $v_{\text{зн}} = N(m-1) = 12$ и при заданном уровне значимости $q_{\text{зн}} (5\%)$, $t_{кр} = 2,1788$. Коэффициенты регрессии представлены в таблице 3.

Таблица 3

Коэффициенты регрессии

	b	t
b_0	1,32	50,77
b_1	0,82	31,54
b_2	-1,36	52,31

$$v_{1\text{ад}} = N-d = 1, v_{2\text{ад}} = v_{\text{зн}} = N(m-1) = 16.$$

Найденная величина параметра t превышает значение $t_{кр}$ для оценок b_0 , b_1 и b_2 , поэтому оценка всех коэффициентов является значимыми [5]. Результаты оценки дисперсии воспроизводимости отклика представлены в таблице 4.

Таблица 4

Оценка дисперсии воспроизводимости отклика

\bar{y}	δ_1	δ_2	$y = 1,60 + 0,09\delta_1 - 0,15\delta_2$	$ \bar{y} - y $	$ \bar{y} - y ^2$
1,59	-1	-1	1,66	-0,07	0,00
1,44	-1	+1	1,36	0,08	0,01
1,91	+1	-1	1,84	0,07	0,01
1,47	+1	+1	1,54	-0,07	0,01
Среднее значение					0,01

$$F = \frac{0,0108}{0,01} = 1,08.$$

Вычисленное по результатам наблюдений значение критерия Фишера $F = 1,08$. Критическое значение $F_{кр} = 246$. Эмпирическое значение критерия F меньше критического $F_{кр}$, следовательно, гипотеза об адекватности не отвергается, и полученное нами математическое описание является адекватным. Из гипотезы о значимости следует, что все коэффициенты b_1 , b_2 , b_3 значимы.

На основании полученных математических описаний построена поверхность отклика функций свойств материала от переменных в кодированных единицах (рисунок 2). Для параметра прочности на сжатие точка с оптимальным (максимальным) значением находится в координатах (+1;-1).

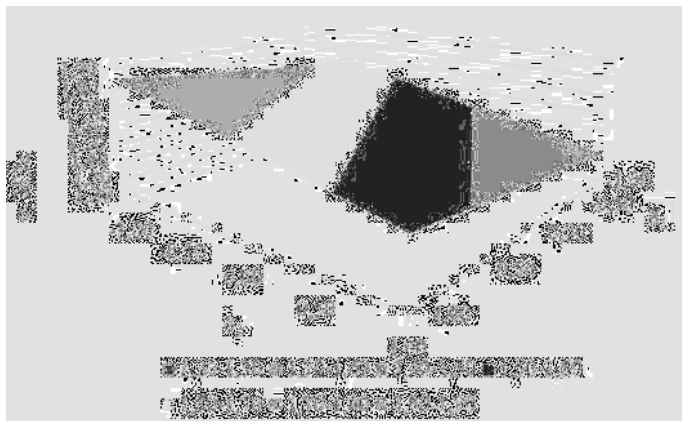


Рисунок 1 – Поверхности отклика прочности на сжатие

Таким образом, наиболее оптимальным с прочностной позиции является состав с соотношением компонентов $x_1 = 45\%$ (вода); $x_2 = 45\%$ (гипс); $x_3 = 10\%$ (опилки).

Кроме того, установленная зависимость параметра прочности материала на сжатие от соотношения исходных компонентов позволяет определить состав данного материала для любой заданной прочности в диапазоне от 1,2 до 1,9 МПа.

Список использованных источников

1. Волженский А.В. Минеральные вяжущие вещества. М.: Стройиздат, 1986. - 464 с.
2. Ерофеев А.В. Использование искусственного камня для отделки зданий агропромышленного комплекса / А.В.Ерофеев, Стефан Станко, В.А.Михайлов// Цифровизация агропромышленного комплекса [Электронный ресурс] : сборник научных статей II Междунар. науч.-практ. конф. В 2-х т. Тамбов, 21 – 23 октября 2020 г. – Тамбов : Издательский центр ФГБОУ ВО «ТГТУ», 2020. С. 125-128
3. Макаричев Ю.А., Иванников Ю.Н. М 30 Методы планирование эксперимента и обработки данных: учеб. пособие / Макаричев Ю.А., Иванников Ю.Н. – Самара: Самар. гос. техн. ун-т, 2016. – 131 с.: ил.
4. Кузнецова Е.В. Э413 Математическое планирование эксперимента: Учебно-методическое пособие для студентов очного и заочного обучения специальностей «Технология обработки металлов давлением», «Динамика и прочность машин», «Компьютерная механика», «Компьютерная биомеханика». – Пермь: Перм. гос. техн. ун-т, 2011. – 35 с.
5. Соколовская И.Ю. Полный факторный эксперимент / И.Ю. Соколовская // Методические указания для самостоятельной работы студентов. – Новосибирск: НГАВТ, 2010. – 36 с.

УДК 519.633

30.19.15 Теория упругости

АЛГОРИТМ РАСЧЁТА НАПРЯЖЁННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ СПЛОШНОЙ СРЕДЫ, НАХОДЯЩЕЙСЯ В УСЛОВИЯХ ПЛОСКОЙ ДЕФОРМАЦИИ В ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ КООРДИНАТАХ, ПРИ БИЛИНЕЙНОЙ АППРОКСИМАЦИИ ЗАМЫКАЮЩИХ УРАВНЕНИЙ

Бакушев Сергей Васильевич

ФГБОУ "Пензенский государственный университет архитектуры и строительства",

д.т.н., профессор кафедры «Механика».

e-mail: bakuchsv@mail.ru

Определение функций, описывающих изменение модулей объёмного расширения (сжатия) и сдвига в процессе нагружения тела составляют одну из фундаментальных проблем современной механики деформируемого твёрдого тела. Подчиняясь желанию, как можно полнее учесть реальные механические свойства деформируемых тел, приходим к сложным аналитическим выражениям и для замыкающих уравнений, и для физических уравнений, и для разрешающих дифференциальных уравне-

ний в перемещениях. Запись разрешающих дифференциальных уравнений в перемещениях обусловлена тем, что для общей нелинейной физически и геометрически теории упругости [1] дифференциальные уравнения равновесия включают в коэффициентах при производных от обобщённых напряжений по пространственным координатам производные от перемещений.

Существуют различные подходы к упрощению системы разрешающих уравнений общей нелинейной теории упругости. Один из приёмов, в частности, состоит в упрощении замыкающих уравнений, то есть в аппроксимации функций, описывающих нелинейный модуль объёмного расширения (сжатия) и нелинейный модуль сдвига, какими-либо простыми функциями, например линейными, билинейными [2], или квадратичными [3].

Дифференциальные уравнения равновесия в перемещениях для характерных случаев деформирования (одноосное плоское, центрально-симметричное, осесимметричное деформирование; плоская деформация в прямоугольных декартовых и цилиндрических координатах) физически и геометрически нелинейной сплошной среды при билинейной и квадратичной аппроксимации замыкающих уравнений физических соотношений приводятся в многочисленных работах автора, в частности [4, 5, 6, 7, 8, 9].

Следует отметить, что этап построения разрешающих дифференциальных уравнений является промежуточным. Их нужно ещё решить при заданных краевых условиях. А для этого необходимо разработать алгоритм решения краевой задачи механики деформируемого твёрдого тела для разрывных замыкающих уравнений [10, 11, 12].

В данной работе формулируется алгоритм решения задачи об определении напряжённо-деформированного состояния физически и геометрически нелинейной сплошной среды, находящейся в условиях плоской деформации в цилиндрических координатах $u = u(r, \varphi)$, $v = v(r, \varphi)$, $w = 0$, механическое поведение которой и в части объёмных деформаций, и в части сдвиговых деформаций описывается произвольными нелинейными законами, аппроксимированными билинейными функциями (Рисунок 1). Механическое поведение сплошной среды рассматривается как без учёта, так и с учётом геометрической нелинейности (в смысле В.В. Новожилова).

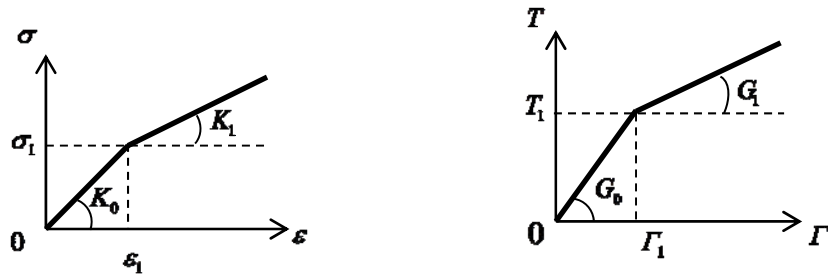


Рисунок 1 - Диаграммы объёмного $\sigma \approx \varepsilon$ и сдвигового $T \approx \Gamma$ деформирования.

На рисунке 1 введены следующие обозначения: K_0 – начальный модуль объёмного расширения (сжатия); G_0 – начальный модуль сдвига; K_1 – модуль упрочнения при объёмном расширении (сжатии); G_1 – модуль упрочнения при сдвиге; σ – первый инвариант тензора напряжений; ε – первый инвариант тензора деформаций; T – интенсивность касательных напряжений; Γ – интенсивность деформаций сдвига; σ_1 , ε_1 – координаты точки излома билинейной диаграммы объёмного деформирования; T_1 , Γ_1 – координаты точки излома билинейной диаграммы сдвигового деформирования.

Секущие модули билинейных диаграмм. Для сплошной среды, находящейся в условиях плоской деформации, при билинейной аппроксимации графиков диаграмм объёмного и сдвигового деформирования, физические и разрешающие дифференциальные уравнения в перемещениях как без учёта, так и с учётом геометрической нелинейности (в смысле В.В. Новожилова), приведены в работах [5, 6].

Построение физических уравнений выполнено на основании секущих модулей объёмного K и сдвигового G деформирования. Так на первом прямолинейном участке аппроксимированных диаграмм объёмного и сдвигового деформирования

$$K' = \frac{1}{3}K_0 = Const; \quad G' = G_0 = Const; \quad (1)$$

на втором прямолинейном участке

$$K'' = K(\varepsilon) = \frac{1}{3} \left[K_1 + (K_0 - K_1) \frac{\varepsilon_1}{\varepsilon} \right] \neq Const; \quad G'' = G(\Gamma) = G_1 + (G_0 - G_1) \frac{\Gamma_1}{\Gamma} \neq Const. \quad (2)$$

Для геометрически нелинейной модели сплошной среды (в смысле В.В. Новожилова), секущие модули объёмного расширения (сжатия) и сдвига будут определяться теми же выражениями (1) и (2) в которых у всех величин нужно проставить звёздочки. При этом K_0^* – геометрически нелинейный аналог начального модуля объёмного расширения (сжатия); G_0^* – геометрически нелинейный аналог начального модуля сдвига; K_1^* – геометрически нелинейный аналог модуля упрочнения при объёмном расширении (сжатии); G_1^* – геометрически нелинейный аналог модуля упрочнения при сдвиге; σ^* – первый инвариант тензора обобщённых напряжений; ε^* – первый инвариант тензора нелинейных деформаций; T^* – интенсивность обобщённых касательных напряжений; Γ^* – интенсивность нелинейных деформаций сдвига; σ_1^* , ε_1^* – координаты точки излома билинейной диаграммы объёмного деформирования; T_1^* , Γ_1^* – координаты точки излома билинейной диаграммы сдвигового деформирования.

При плоской деформации в цилиндрических координатах для геометрически линейной модели сплошной среды $\varepsilon = \varepsilon_{rr} + \varepsilon_{\varphi\varphi}$ и $\Gamma = \sqrt{\frac{2}{3} \left[(\varepsilon_{rr} - \varepsilon_{\varphi\varphi})^2 + \varepsilon_{rr}^2 + \varepsilon_{\varphi\varphi}^2 + \frac{3}{2} \varepsilon_{r\varphi}^2 \right]}$, причём

$$\varepsilon_{rr} = \frac{\partial u}{\partial r}; \quad \varepsilon_{\varphi\varphi} = \frac{1}{r} \left(\frac{\partial v}{\partial \varphi} + u \right); \quad \varepsilon_{r\varphi} = \varepsilon_{\varphi r} = \frac{\partial v}{\partial r} + \frac{1}{r} \frac{\partial u}{\partial \varphi} - \frac{v}{r}. \quad (3)$$

При плоской деформации в цилиндрических координатах с учётом геометрической нелинейности $\varepsilon^* = \varepsilon_{rr}^* + \varepsilon_{\varphi\varphi}^*$ и $\Gamma^* = \sqrt{\frac{2}{3} \left[(\varepsilon_{rr}^* - \varepsilon_{\varphi\varphi}^*)^2 + \varepsilon_{rr}^{*2} + \varepsilon_{\varphi\varphi}^{*2} + \frac{3}{2} \varepsilon_{r\varphi}^{*2} \right]}$, причём

$$\varepsilon_{rr}^* = \frac{\partial u}{\partial r} + \frac{1}{2} \left[\left(\frac{\partial u}{\partial r} \right)^2 + \left(\frac{\partial v}{\partial r} \right)^2 \right]; \quad \varepsilon_{\varphi\varphi}^* = \frac{1}{r} \left(\frac{\partial v}{\partial \varphi} + u \right) + \frac{1}{2r^2} \left[\left(\frac{\partial v}{\partial \varphi} + u \right)^2 + \left(\frac{\partial u}{\partial \varphi} - v \right)^2 \right];$$

$$\varepsilon_{r\varphi}^* = \varepsilon_{\varphi r}^* = \frac{1}{r} \frac{\partial u}{\partial \varphi} + \frac{\partial v}{\partial r} - \frac{v}{r} + \frac{\partial u}{\partial r} \left(\frac{1}{r} \frac{\partial u}{\partial \varphi} - \frac{v}{r} \right) + \frac{\partial v}{\partial r} \left(\frac{1}{r} \frac{\partial v}{\partial \varphi} + \frac{u}{r} \right). \quad (4)$$

Алгоритм. Построение алгоритма для определения напряжённо-деформированного состояния сплошной среды для разрывных функций объёмного и сдвигового деформирования, находящейся в условиях плоской деформации, в цилиндрической системе координат, будем выполнять основываясь на выявлении возможного положения плоских кривых (цилиндрических поверхностей в полупространстве) излома объёмных и сдвиговых деформаций.

Рассмотрим, в качестве примера, полупространство, находящееся в условиях плоской деформации. На свободной границе полупространства на длине l действует распределённая нагрузка интенсивности q . Ось X направим внутрь полупространства, полярный угол φ будем отсчитывать от оси X со знаком плюс против хода часовой стрелки, и со знаком минус – по ходу часовой стрелки; ось Z направим из плоскости рисунка. Начало координат расположим в середине нагрузки. Механическое поведение материала полупространства описывается и в отношении объёмных, и в отношении сдвиговых деформаций произвольными нелинейными законами, аппроксимированными билинейными функциями, то есть, диаграммы объёмного и сдвигового деформирования известны. Требуется определить напряжённо-деформированное состояние полупространства.

Словесный алгоритм для определения напряжённо-деформированного состояния полупространства будет следующим.

1. Для заданной внешней нагрузки q определяем напряжённо-деформированное состояние в каждой точке полупространства на основании первого прямолинейного участка диаграмм объёмного и сдвигового деформирования, то есть принимаем $K = K^l$, $G = G^l$. Для определения параметров напряжённо-деформированного состояния можно воспользоваться любым известным методом: методом конечных разностей, методом конечных элементов, и так далее. Расчётные формулы для геометрически линейной модели сплошной среды приведены в рабо-

те [5]: для определения перемещений $u(x, y)$ и $v(x, y)$ имеем разрешающую систему дифференциальных уравнений в перемещениях – формулы (10) с коэффициентами (11). Для геометрически нелинейной модели сплошной среды расчётные формулы приведены в работе [6]: для определения перемещений $u(x, y)$ и $v(x, y)$ имеем разрешающую систему дифференциальных уравнений в перемещения – формулы (10) с коэффициентами (11). Далее, для геометрической модели сплошной среды определяем деформации $\varepsilon_{rr}(r, \varphi)$; $\varepsilon_{\varphi\varphi}(r, \varphi)$; $\varepsilon_{r\varphi}(r, \varphi)$ по формулам (3), затем напряжения $\sigma_{rr}(r, \varphi)$; $\sigma_{\varphi\varphi}(r, \varphi)$; $\sigma_{r\varphi}(r, \varphi)$; $\sigma_{zz}(r, \varphi)$ по формулам (5) из статьи [5]. Для геометрически нелинейной модели сплошной среды определяем нелинейные деформации $\varepsilon_{rr}^*(r, \varphi)$; $\varepsilon_{\varphi\varphi}^*(r, \varphi)$; $\varepsilon_{r\varphi}^*(r, \varphi)$ по формулам (4), затем обобщённые напряжения $\sigma_{rr}^*(r, \varphi)$; $\sigma_{\varphi\varphi}^*(r, \varphi)$; $\sigma_{r\varphi}^*(r, \varphi)$; $\sigma_{zz}^*(r, \varphi)$ по формулам (5) из статьи [6].

2. В каждой точке полупространства вычисляем первый инвариант тензора деформаций $\varepsilon(r, \varphi)$ для геометрически линейной модели, или первый инвариант тензора нелинейных деформаций $\varepsilon^*(r, \varphi)$ для геометрически нелинейной модели, а также интенсивность деформаций сдвига $\Gamma(r, \varphi)$ для геометрически линейной модели, или интенсивность нелинейных деформаций сдвига $\Gamma^*(r, \varphi)$ для геометрически нелинейной модели.
3. Из условий $\varepsilon(r_{\varepsilon_1}, \varphi_{\varepsilon_1}) = \varepsilon_1$ и $\Gamma(r_{\Gamma_1}, \varphi_{\Gamma_1}) = \Gamma_1$ для геометрически линейной модели, либо из условий $\varepsilon^*(r_{\varepsilon_1}, \varphi_{\varepsilon_1}) = \varepsilon_1^*$ и $\Gamma^*(r_{\Gamma_1}, \varphi_{\Gamma_1}) = \Gamma_1^*$ для геометрически нелинейной модели сплошной среды находим координаты точек плоских кривых (цилиндрических поверхностей в полупространстве) $\omega_\varepsilon(r_{\varepsilon_1}, \varphi_{\varepsilon_1}) = 0$ и $\omega_\Gamma(r_{\Gamma_1}, \varphi_{\Gamma_1}) = 0$. Если $r_{\varepsilon_1} \rightarrow \infty$ для $-\frac{\pi}{2} \leq \varphi_{\varepsilon_1} \leq \frac{\pi}{2}$, $r_{\Gamma_1} \rightarrow \infty$ для $\frac{\pi}{2} \leq \varphi_{\Gamma_1} \leq \frac{\pi}{2}$, то задача решена. Иначе, переходим к пункту 4.
Замечание: плоскую кривую $\omega_\varepsilon(r_{\varepsilon_1}, \varphi_{\varepsilon_1}) = 0$ будем называть кривой излома объёмных деформаций; плоскую кривую $\omega_\Gamma(r_{\Gamma_1}, \varphi_{\Gamma_1}) = 0$ будем называть кривой излома сдвиговых деформаций.
4. Далее возможны пять случаев.
Случай I: кривая излома объёмных деформаций целиком лежит вне кривой излома сдвиговых деформаций, то есть $r_{\varepsilon_1} > r_{\Gamma_1}$; $-\frac{\pi}{2} \leq \varphi_{\varepsilon_1} \leq \frac{\pi}{2}$, $-\frac{\pi}{2} \leq \varphi_{\Gamma_1} \leq \frac{\pi}{2}$ (Рисунок 2).

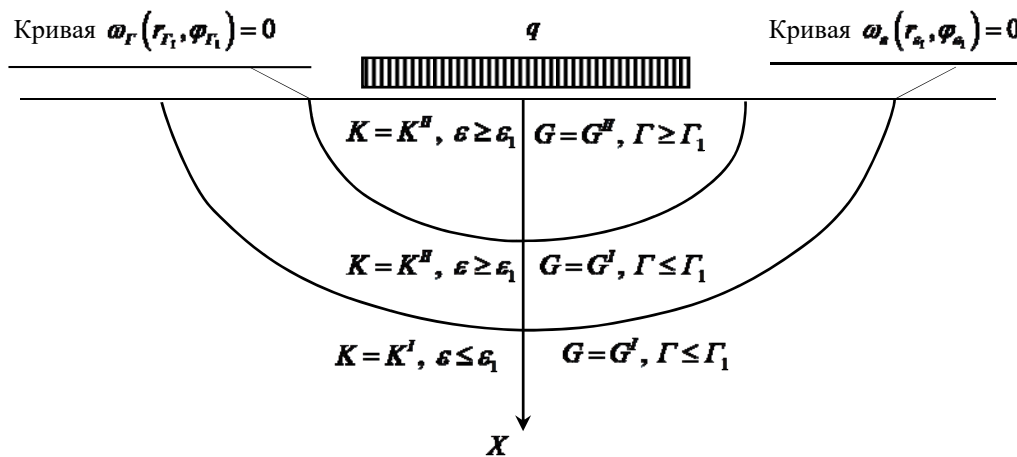


Рисунок 2 - Полупространство в условиях плоской деформации. Случай I.

В точках полупространства, для которых $r \geq r_{\varepsilon_1}$; $-\frac{\pi}{2} \leq \varphi_{\varepsilon_1} \leq \frac{\pi}{2}$ сплошная среда деформируется по закону $K = K^I$, $G = G^I$, то есть здесь $\varepsilon(r, \varphi) \leq \varepsilon_1$ и $\Gamma(r, \varphi) \leq \Gamma_1$.

В точках полупространства, для которых $r_{\Gamma_1} \leq r \leq r_{\varepsilon_1}$; $-\frac{\pi}{2} \leq \varphi \leq \frac{\pi}{2}$, сплошная среда деформируется по закону $K = K^{II}$, $G = G^I$. В этой области определяем напряжённо-деформированное состояние. Для геометрически линейной модели сплошной среды перемещения $u(r, \varphi)$ и $v(r, \varphi)$ определяем из разрешающей системы дифференциальных уравнений в перемещениях – формулы (10) с коэффициентами (12) из статьи [5]. Для геометрически нелинейной модели сплошной среды перемещения $u(r, \varphi)$ и $v(r, \varphi)$ определяем из разрешающей системы дифференциальных уравнений в перемещениях – формулы (10) с коэффициентами (12) из статьи [6]. Далее по формулам (3) определяем деформации, а затем напряжения по формулам (6) из статьи [5] для геометрически линейной модели сплошной среды. Для геометрически нелинейной модели сплошной среды определяем нелинейные деформации по формулам (4), затем обобщённые напряжения по формулам (6) из статьи [6]. Теперь уточняем координаты точек кривой $\omega_r(r_{\Gamma_1}, \varphi_{\Gamma_1}) = 0$, так как изменился закон деформирования. В точках полупространства на интервалах $r_{\Gamma_1} \leq r \leq r_{\varepsilon_1}$; $y_{\Gamma_1} - \frac{\pi}{2} \leq \varphi \leq \frac{\pi}{2}$ имеем $\varepsilon(r, \varphi) \geq \varepsilon_1$ и $\Gamma(r, \varphi) \leq \Gamma_1$.

В точках полупространства, для которых $r < r_{\Gamma_1}$; $-\frac{\pi}{2} \leq \varphi \leq \frac{\pi}{2}$, сплошная среда деформируется по закону $K = K^{II}$, $G = G^{II}$. Для этой области определяем напряжённо-деформированное состояние. Для геометрически линейной модели сплошной среды перемещения $u(r, \varphi)$ и $v(r, \varphi)$ определяем из разрешающей системы дифференциальных уравнений в перемещениях – формулы (10) с коэффициентами (14) из статьи [5]. Для геометрически нелинейной модели сплошной среды перемещения $u(r, \varphi)$ и $v(r, \varphi)$ определяем из разрешающей системы дифференциальных уравнений в перемещениях – формулы (10) с коэффициентами (14) из статьи [6]. Далее по формулам (3) определяем деформации, а затем напряжения по формулам (8) из статьи [5] для геометрически линейной модели сплошной среды. Для геометрически нелинейной модели сплошной среды определяем нелинейные деформации по формулам (4), затем обобщённые напряжения по формулам (8) из статьи [6]. В точках полупространства на интервалах $r < r_{\Gamma_1}$; $-\frac{\pi}{2} \leq \varphi \leq \frac{\pi}{2}$ имеем $\varepsilon(r, \varphi) \geq \varepsilon_1$ и $\Gamma(r, \varphi) \geq \Gamma_1$.

Случай II: внешняя нагрузка q такова, что кривая излома сдвиговых деформаций отсутствует (Рисунок 3).

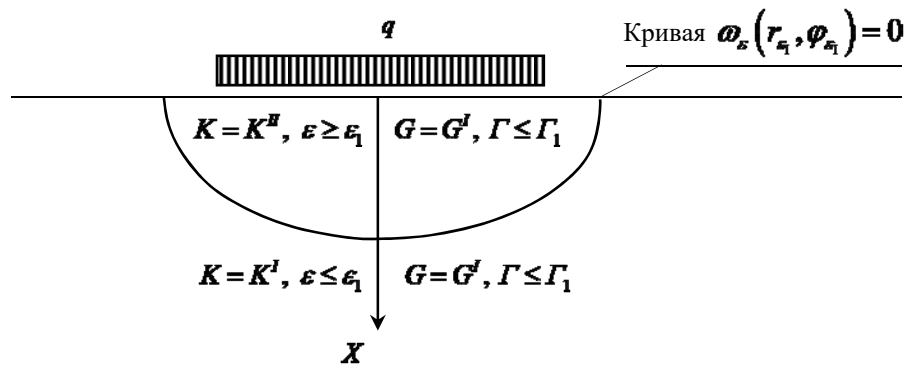


Рисунок 3 - Полупространство в условиях плоской деформации. Случай II.

В точках полупространства, для которых $r > r_{\varepsilon_1}$; $-\frac{\pi}{2} \leq \varphi \leq \frac{\pi}{2}$ сплошная среда деформируется по закону $K = K^I$, $G = G^I$, то есть здесь $\varepsilon(r, \varphi) \leq \varepsilon_1$ и $\Gamma(r, \varphi) \leq \Gamma_1$. В точках полупространства, для которых $r \leq r_{\varepsilon_1}$; $-\frac{\pi}{2} \leq \varphi \leq \frac{\pi}{2}$ сплошная среда деформируется по закону $K = K^H$, $G = G^I$, то есть здесь $\varepsilon(r, \varphi) \geq \varepsilon_1$ и $\Gamma(r, \varphi) \leq \Gamma_1$.

Случай III: кривая излома сдвиговых деформаций целиком лежит вне кривой излома объёмных деформаций, то есть $r_{\varepsilon_1} < r_{\Gamma_1}$; $-\frac{\pi}{2} \leq \varphi \leq \frac{\pi}{2}$ (Рисунок4).

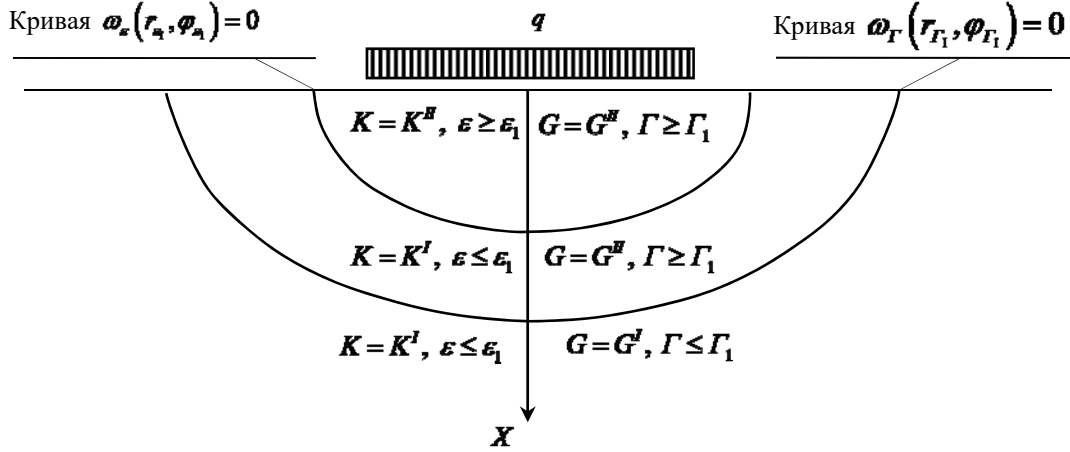


Рисунок 4 - Полупространство в условиях плоской деформации. Случай III.

В точках полупространства, для которых $r \geq r_{\Gamma_1}$; $-\frac{\pi}{2} \leq \varphi \leq \frac{\pi}{2}$ сплошная среда деформируется по закону $K = K^I$, $G = G^I$, то есть здесь $\varepsilon(r, \varphi) \leq \varepsilon_1$ и $\Gamma(r, \varphi) \leq \Gamma_1$.

В точках полупространства, для которых $r_{\varepsilon_1} \leq r \leq r_{\Gamma_1}$; $-\frac{\pi}{2} \leq \varphi \leq \frac{\pi}{2}$, сплошная среда деформируется по закону $K = K^I$, $G = G^H$. Для этой области определяем напряжённо-деформированное состояние. Для геометрически линейной модели сплошной среды перемещения $u(r, \varphi)$ и $v(r, \varphi)$ определяем из разрешающей системы дифференциальных уравнений в перемещениях – формулы (10) с коэффициентами (13) из статьи [5]. Для геометрически нелинейной модели сплошной среды перемещения $u(r, \varphi)$ и $v(r, \varphi)$ определяем из разрешающей системы дифференциальных уравнений в перемещениях – формулы (10) с коэффициентами (13) из статьи [6]. Далее по формулам (3) определяем деформации, а затем напряжения по формулам (7) из статьи [5] для геометрически линейной модели сплошной среды. Для геометрически нелинейной модели сплошной среды определяем нелинейные деформации по формулам (4), затем обобщённые напряжения по формулам (7) из статьи [6]. Теперь уточняем координаты точек кривой $\omega_\varepsilon(r_{\varepsilon_1}, \varphi_{\varepsilon_1}) = 0$, так как изменился закон деформирования. В точках полупространства на интервалах $r_{\varepsilon_1} \leq r \leq r_{\Gamma_1}$; $-\frac{\pi}{2} \leq \varphi \leq \frac{\pi}{2}$ имеем $\varepsilon(r, \varphi) \leq \varepsilon_1$ и $\Gamma(r, \varphi) \geq \Gamma_1$.

В точках полупространства, для которых $r \leq r_{\varepsilon_1}$; $-\frac{\pi}{2} \leq \varphi \leq \frac{\pi}{2}$, сплошная среда деформируется по закону $K = K^H$, $G = G^H$, то есть здесь $\varepsilon(r, \varphi) \geq \varepsilon_1$ и $\Gamma(r, \varphi) \geq \Gamma_1$.

Случай IV: внешняя нагрузка q такова, что кривая излома объёмных деформаций отсутствует (Рисунок 5).

В точках полупространства, для которых $r \geq r_{\Gamma_1}$; $-\frac{\pi}{2} \leq \varphi \leq \frac{\pi}{2}$ сплошная среда деформируется по закону $K = K^I$, $G = G^I$, то есть здесь $\varepsilon(r, \varphi) \leq \varepsilon_1$ и $\Gamma(r, \varphi) \leq \Gamma_1$. В точках полупространства, для которых $r \leq r_{\Gamma_1}$; $-\frac{\pi}{2} \leq \varphi \leq \frac{\pi}{2}$ сплошная среда деформируется по закону $K = K^I$, $G = G^II$, то есть здесь $\varepsilon(r, \varphi) \leq \varepsilon_1$ и $\Gamma(r, \varphi) \geq \Gamma_1$.

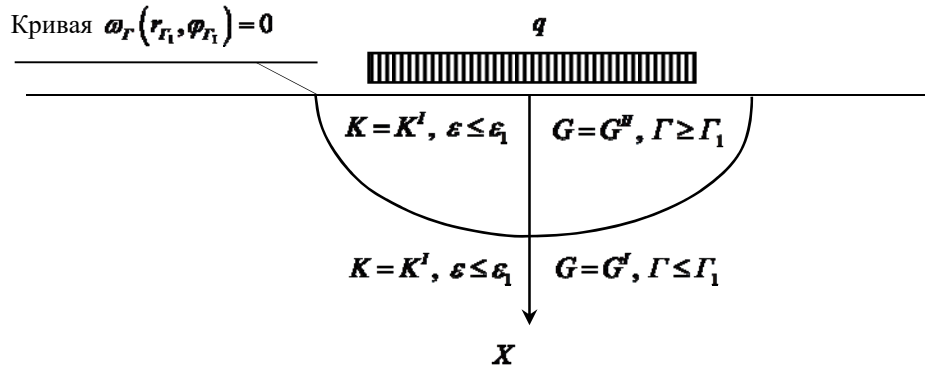


Рисунок 5 - Полупространство в условиях плоской деформации. Случай IV.

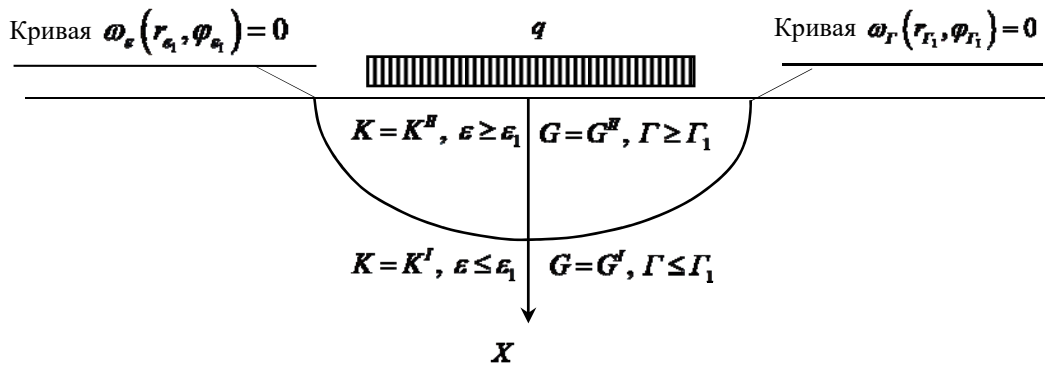


Рисунок 6 - Полупространство в условиях плоской деформации. Случай V.

Случай V: кривые излома объёмных и сдвиговых деформаций совпадают, то есть $r_{\varepsilon_1} = r_{\Gamma_1}$; $y_{\varepsilon_1} - \frac{\pi}{2} \leq \varphi \leq \frac{\pi}{2}$ (Рисунок 6).

В точках полупространства, для которых $r \geq r_{\Gamma_1} = r_{\varepsilon_1}$; $-\frac{\pi}{2} \leq \varphi \leq \frac{\pi}{2}$ сплошная среда деформируется по закону $K = K^I$, $G = G^I$, то есть здесь $\varepsilon(r, \varphi) \leq \varepsilon_1$ и $\Gamma(r, \varphi) \leq \Gamma_1$. В точках полупространства, для которых $r \leq r_{\Gamma_1} = r_{\varepsilon_1}$; $-\frac{\pi}{2} \leq \varphi \leq \frac{\pi}{2}$ сплошная среда деформируется по закону $K = K^II$, $G = G^II$, то есть здесь $\varepsilon(r, \varphi) \geq \varepsilon_1$ и $\Gamma(r, \varphi) \geq \Gamma_1$.

5. Путём сравнения первого инварианта тензора напряжений и первого инварианта тензора деформаций, а также интенсивности касательных напряжений и интенсивности деформаций сдвига для геометрически линейной модели, либо первого инварианта тензора обобщённых напряжений и первого инварианта тензора нелинейных деформаций, а также интенсивности обобщённых касательных напряжений и интенсивности нелинейных деформаций сдвига для

геометрически нелинейной модели, вычисленных в точках сплошной среды по напряжениям и деформациям, с их значениями на диаграммах объёмного и сдвигового деформирования, оцениваем правильность полученного решения.

З а м е ч а н и е. Не исключается вариант, при котором кривые излома объёмных и сдвиговых деформаций пересекаются. Однако это не вносит принципиальных изменений в рассмотренный алгоритм, так как различные участки пересекающихся кривых объёмного и сдвигового деформирования вполне укладываются в рамки рассмотренных выше случаев.

Заключение. Сформулированный алгоритм решения задачи может найти применение при определении напряжённо-деформированного состояния не только сплошной среды, но и элементов строительных и машиностроительных конструкций, находящихся в условиях плоской деформации, как с учётом, так и без учёта геометрической нелинейности, физические соотношения для которых и в отношении объёмных деформаций, и в отношении сдвиговых деформаций описываются нелинейными законами, аппроксимируемыми билинейными функциями.

Список использованных источников

1. Новожилов В.В. Теория упругости. Судпромгиз., 1958г. 370 с.
2. Бакушев С.В. Аппроксимация диаграмм деформирования билинейными функциями. // Строительная механика и расчёт сооружений. 2019. №2 (283). С.2-11.
3. 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.
4. 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.
5. Бакушев С.В. Дифференциальные уравнения равновесия сплошной среды для плоской деформации в цилиндрических координатах при билинейной аппроксимации замыкающих уравнений. //Вестник Томского государственного университета. Математика и механика. 2021. № 69. С. 69-85. DOI 10.17223/19988621/69/6.
6. Бакушев С.В. Дифференциальные уравнения равновесия сплошной среды для плоской деформации в цилиндрических координатах при билинейной аппроксимации замыкающих уравнений (геометрически нелинейная модель). //Строительная механика и расчёт сооружений. – 2020. №4 (291). – С.24-39. DOI: 10.37538/0039-2383.2020.4.24.39.
7. Бакушев С.В. Дифференциальные уравнения равновесия сплошной среды для плоского одномерного деформирования при аппроксимации замыкающих уравнений биквадратичными функциями. // Строительная механика инженерных конструкций и сооружений. 2020. Т. 16. № 6. С. 481–492. <http://dx.doi.org/10.22363/1815-5235-2020-16-6-481-492>.
8. Бакушев С.В. Дифференциальные уравнения равновесия сплошной среды при аппроксимации диаграмм объёмного и сдвигового деформирования биквадратичными функциями (осесимметричное деформирование). // Строительная механика и расчёт сооружений. – 2020. №6 (293). – С.14-23. DOI: 10.37538/0039-2383.2020.6.14.23.
9. Бакушев С.В. Дифференциальные уравнения равновесия для расчёта сплошных сред при аппроксимации диаграмм объёмного и сдвигового деформирования биквадратичными функциями (центрально-симметричное деформирование). //Известия КГАСУ. 2020. № 4 (54). С. 121–133.
10. Бакушев С.В. Алгоритм расчёта напряжённо-деформированного состояния сплошной среды, находящейся в условиях плоского одномерного деформирования, при билинейной аппроксимации замыкающих уравнений. // Электронный журнал «Моделирование и механика конструкций». Выпуск №14. 2021. - С. 13.
11. Бакушев С.В. Алгоритм расчёта напряжённо-деформированного состояния сплошной среды, находящейся в условиях осесимметричного деформирования, при билинейной аппроксимации замыкающих уравнений. // Строительная механика и конструкции. - 2021. -№4 (31). - С. 26-40. DOI 10.36622/VSTU.2021.31.4.003
12. Бакушев С.В. 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). // 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. 106 – 112 с.

ОСОБЕННОСТИ РАСЧЕТА СНЕГОВОЙ НАГРУЗКИ ДВУХЭТАЖНОГО КАРКАСНО-ПАНЕЛЬНОГО ЗДАНИЯ

Ярцев Виктор Петрович,

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

Кузнецов Владислав Андреевич,

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

Ивашкина Елизавета Денисовна,

*ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», магистрант
e-mail: Ivashka0916@gmail.com*

Рассмотрены конструктивные элементы каркасно-панельного объекта исследования, собранный по технологии АО «ТАМАК» [1-3].

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;

Состав кровли:

- стропило 70x240 мм;
- негорючий утеплитель «Изовер Каркас П37» 200 мм;
- ОСП-3 18 мм;
- пленка гидроизоляционная «Ондутис» SA-115;
- прижимной брус 44x50;
- обрешетка 44x50, шаг 300-400мм;
- ОСП-3 9 мм;
- подкладочный ковер под черепицу;
- гибкая черепица;

Для учета снеговой нагрузки на модель жилого дома были наложены пластины «без жесткости», которые не участвуют в формировании матрицы жесткости конструкции, но передают снеговые и ветровые нагрузки на элементы несущего каркаса.

Место строительства по карте 1 обязательного приложения Ж СП 20.13330.2016 [4] относится к V снеговому району.

$$S_g = 3,2 \text{ кПа (пп. 10.2, табл. 10.1, СП 20.13330.2016) [4].}$$

S_g - расчетное значение веса снегового покрова на один квадратный метр горизонтальной поверхности земли.

Полное расчетное значение снеговой нагрузки S на горизонтальную проекцию покрытия согласно п. 10.1 следует определять по формуле:

$$S = c_e \cdot c_t \cdot S_g \cdot \mu, \quad (1)$$

где μ - коэффициент перехода от веса снегового покрова земли к снеговой нагрузке на покрытие, принимаемый в соответствии с п.10.4 по обязательному приложению Г «Схемы снеговых нагрузок и коэффициенты μ » СП 20.13330.2016 [4];

c_e - коэффициент, учитывающий снос снега с покрытий зданий под действием ветра или иных факторов, принимаемый в соответствии с п.10.5 СП 20.13330.2016 [4], $c_e = 1$;

c_t - термический коэффициент, принимаемый в соответствии с п.10.10 СП 20.13330.2011 [4], $c_t = 1$.

Для расчета значений прикладываемой нагрузки принимаем схему Г1 приложения Г СП 20.13330.2016. В качестве расчетных вариантов распределения коэффициентов μ учитывается 1-й и 2-й варианты (равномерная снеговая нагрузка).

Схема снеговой нагрузки на двускатные покрытия представлена на рисунке 1.

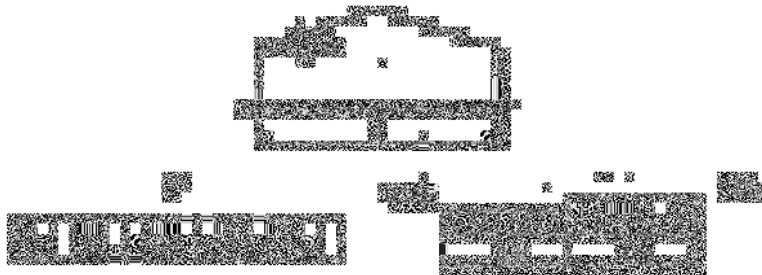


Рисунок 1 - Схема снеговой нагрузки на двускатные покрытия

Схема снеговой нагрузки модели здания представлена на рисунке 2.

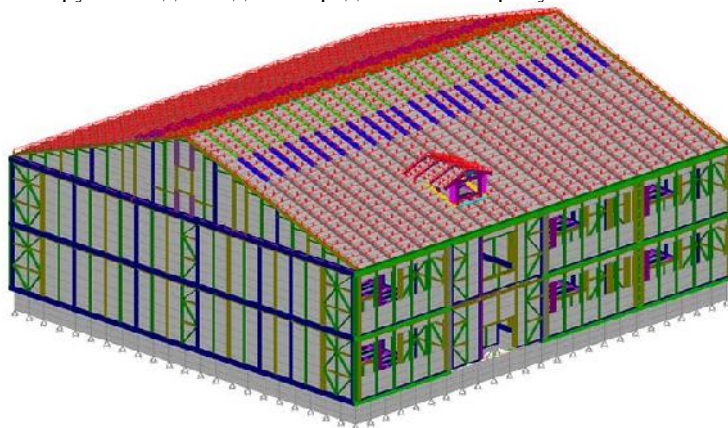
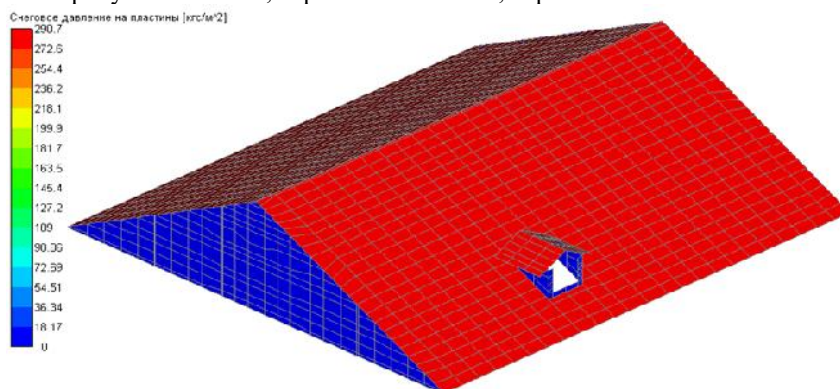


Рисунок 2 - Схема снеговой нагрузки модели здания

В соответствии с приведенными выше данными было организовано два нагружения конструкции, представленных на рисунке 3: «Снег, вариант 1» и «Снег, вариант 2».



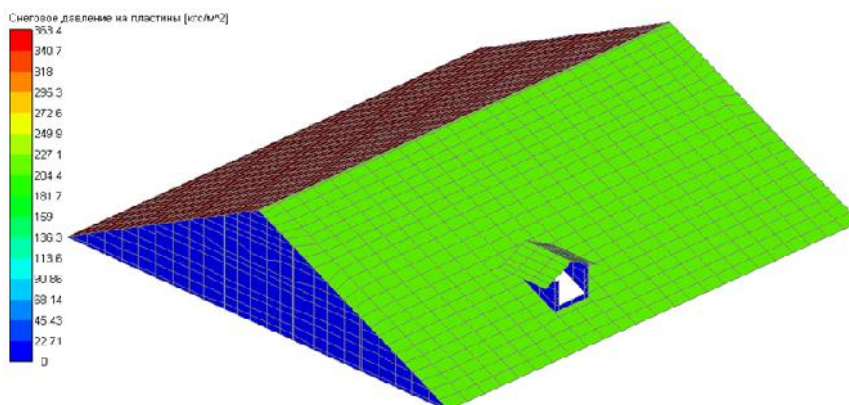


Рисунок 3 - Эпюры распределения снегового давления для загрузки «Снег, вариант 1» (а); «Снег, вариант 2» (б)

Статический расчет модели был выполнен в модуле расчета напряженно-деформированного состояния, устойчивости, собственных и вынужденных колебаний деталей и конструкций с использованием метода конечных элементов – APM Structure3D, входящего в состав системы автоматизированного расчета и проектирования конструкций для промышленного и гражданского APM Civil Engineering, v.11.

По результатам расчета можем сделать вывод о том, что конструкция здания соответствует условиям статической прочности конструкций при снеговой нагрузке.

Список использованных источников

1. В.П. Ярцев. Расчет теплотерь 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.
2. Ярцев В.П. Проектирование и испытание цельных и клееных деревянных конструкций: Учебное пособие / В.П. Ярцев, О. А. Киселева. – Тамбов: Издательский центр ФГБОУ ВО «ТГТУ», 2019.
3. В.А. Кузнецов, О.А. Корчагина, В.П. Ярцев. Энергоэффективность и экологичность каркасно-панельного дома «Dream House». Монография / В.А. Кузнецов, О.А. Корчагина, В.П. Ярцев – LAP LAMBERT Academic Publishing, 2020.
4. СП 20.13330.2016 «Нагрузки и воздействия» Введ.- 04.06.2017 – М.: 2017 – 85 с.

УДК 624.059

67.13.51 Работы по ремонту, восстановлению и реконструкции зданий и сооружений

ОРГАНИЗАЦИЯ ОБСЛЕДОВАНИЯ И ПРОВЕДЕНИЯ РЕМОНТНО-СТРОИТЕЛЬНЫХ РАБОТ – ОСНОВА СОХРАНЕНИЯ ОБЪЕКТОВ КУЛЬТУРНОГО НАСЛЕДИЯ В ИСТОРИЧЕСКОЙ ЗАСТРОЙКЕ ТАМБОВА

Андрианов Константин Анатольевич,

*ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», к.т.н. доцент,
заведующий кафедрой «Городское строительство и автомобильные дороги»
e-mail: konst-68@yandex.ru*

Крюков Андрей Владимирович,

*ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», магистрант
e-mail: 9027284700ak@gmail.com*

Леднев Владимир Иванович,

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

Особенностью исторической застройки Тамбова является наличие в ней большого количества зданий, имеющих статус объектов культурного наследия. В 2020 году в реестре недвижимых объектов культурного наследия Тамбова было зарегистрировано 202 здания-памятника регионального значения [1]. Среди зданий-памятников регионального значения имеется большое количество жилых зданий. Предварительный осмотр их показал, что из 106 домов половина имеет физический износ более 55%, а

33 дома находятся в аварийном состоянии [1]. Несколько лучшее состояние имеются здания-памятники, в которых размещаются административные учреждения, торговые проводятся, объекты культуры и т.п. В целом общий анализ состояния зданий-памятников Тамбова свидетельствует о необходимости принятия срочных мер по организации их обследования для последующего проведения на этой основе ремонтно-реставрационных работ.

В процессе обследования зданий-памятников должно обеспечиваться решение несколько взаимосвязанных между собой задач, направленных на сохранение исторической застройки Тамбова. Как показывает наш опыт обследования при реставрации объектов культурного наследия, решение этих задач должно выполняться в определенной последовательности.

На первом предварительном этапе обследований должен быть выполнен анализ имеющейся охранной документации на здания как объекты культурного наследия с уточнением для каждого объекта предметов охраны. Точное определение предметов охраны объекта позволяет более объективно решать задачу по его дальнейшему приспособлению к новым функциональным процессам. На этом же этапе следует производить исследования по установлению возраста здания-памятника. Полученные сведения о дате постройки будут не только свидетельствовать о значимости здания-памятника в историческом и культурном развитии города, но и быть основой для предварительного установления конструктивных решений здания, характерных для данного периода строительства [2]. Кроме этого, сведения о фактических сроках службы зданий в целом и о сроках службы их отдельных элементов дают возможность прогнозировать остаточный срок службы несущих элементов и в этой связи предварительно определять необходимые мероприятия по сохранению зданий-памятников [3].

Так как большое количество зданий-памятников находится в неудовлетворительном техническом состоянии и требует срочного проведения ремонтно-реставрационных работ, а при аварийном состоянии и восстановительных работ, необходимо иметь своевременные сведения об их текущем техническом состоянии. Для этой цели на втором этапе обследования необходимо организовать проведение экспресс-обследований. Конечной целью таких обследований является установление по каждому объекту культурного наследия первоочередных мероприятий, обеспечивающих сохранность объекта исходя из установленных при обследовании причин, приводящих к его повреждению и разрушению. Особенностью экспресс-обследований является возможность получения быстрых результатов при минимальных затратах на проведение обследований. По этой причине обследования производятся визуально с использованием простейших инструментов и приборов неразрушающего действия. В процессе визуального обследования можно установить влияние на исследуемые объекты происходящих в застройке техногенных процессов, а также влияние условий технической эксплуатации.

К техногенным взаимодействиям в городской застройке относятся подъем культурного слоя земли, строительство новых объектов вблизи зданий-памятников, агрессивное воздействие окружающей среды, действие динамических нагрузок на грунты оснований, изменение уровня грунтовых вод и т.д. В тоже время низкий уровень технической эксплуатации приводит к разрушению покрытий, переувлажнению фундаментов при ненадлежащем состоянии отмосток и к увлажнению цокольной части стен при отсутствии вертикальной и горизонтальной гидроизоляции [4, 5, 6]. На техническое состояние зданий существенное влияние оказывает также неудовлетворительно выполненное благоустройство прилегающих к ним территорий [7].

Данные, полученные при экспресс-обследованиях, позволяют оперативно принимать решения по исключению перечисленных выше воздействий на здания.

После общего анализа данных о техническом состоянии зданий-памятников исторической застройки, полученных при экспресс-обследованиях, производится выбор объектов, подлежащих ремонтно-реставрационным работам. Далее на выбранных объектах должны производиться подробные визуально-инструментальные обследования. В этом случае должны: изучаться имеющаяся на объект документация; при необходимости производиться обмерные работы; составляться дефектные ведомости повреждений и разрушений на объекте и устанавливаться степень их воздействия на несущую способность элементов и эксплуатационную пригодность; инструментально определяться прочностные характеристики материалов несущих конструкций; производиться определение конструктивной системы здания; составляться расчетные схемы несущих конструкций и производиться их расчет при действующих в здании нагрузках, а также при возможных нагрузках после приспособления здания к новому функциональному процессу.

На основании результатов визуально-инструментальных обследований производится оценка выявленного технического состояния несущих и ограждающих конструкций и устанавливается его соответствия нормативным требованиям. Важным моментом в этом случае является установление по результатам обследования и их всестороннего анализа категорий технического состояния отдельных элементов и здания в целом.

Далее на основании обобщения всех результатов выполненных исследований производится составление перечня мероприятий по сохранению обследованного объекта. В этот перечень должны входить меры по усилению и восстановлению элементов несущего остова и по замене изношенных ограждающих конструкций.

Окончательно, на основании выполненных исследований должен быть принят наиболее приемлемый вариант ремонтно-реставрационных работ на объекте. Это может быть ремонт отдельных элементов с возможным их усилением, ремонтно-реставрационные работы с восстановлением утраченных элементов, консервация объекта в случае невозможности проведения ремонтно-реставрационных работ в данный момент времени. При консервации объекта необходимо обязательное проведение противоаварийных мероприятий.

Предложенная организация проведения обследований в настоящее время успешно используется на кафедре «ГСиАД» ТГТУ при решении практических задач по реставрации недвижимых объектов культурного наследия, находящихся в Тамбове и на территории Тамбовской области. Следует отметить, что в настоящее время назрела необходимость создания единого банка данных о техническом состоянии зданий-памятников. Основой для этого могут быть результаты экспресс-обследований. Пополнения и изменения в банке данных должны производиться на основе результатов мониторинга состояния зданий-памятников, который, к сожалению, в настоящее время в Тамбове не производится.

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 // Сборник трудов Всероссийской научно-технической конференции. Актуальные проблемы городского строительства. Пенза: ПГУАС. 2020. С. 79-85.
2. Леденев В.И. О возможности экспресс-оценки возраста исторических зданий по материалам кладки и конструктивным признакам кирпичных стен / В.И. Леденев, И.В. Матвеева, Г.В. Карташова // 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. 395-398.
3. Леденев В.И. Особенности производства кирпича в XIX веке и их учет при выполнении ремонтно-строительных работ в исторических зданиях / В.И. Леденев, Г.В. Карташова, А.С. Березенко // Сборник трудов Всероссийской научно-практической конференции Актуальные проблемы городского строительства. Пенза: ПГУАС. 2018. С. 92-96.
4. 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.
5. Березенко А.С. Особенности и проблемы устройства вертикальной гидроизоляции фундаментов в исторических зданиях провинциальных городов / А.С. Березенко, О.А. Жоголева, В.И. Леденев // сборник трудов Всероссийской научно-практической конференции. Актуальные проблемы городского строительства. Пенза: ПГУАС. 2019. С. 50-54.
6. 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. 403-407.
7. 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: Вернадский: устойчивое развитие региона. Материалы Международной научно-практической конференции. 2016. С. 186-190.

ПАССИВНЫЕ МЕТОДЫ ЗАЩИТЫ ОТ ШУМА НА ТЕРРИТОРИИ ГОРОДСКОЙ ЗАСТРОЙКИ

Сергеев Александр Николаевич,

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

Матвеева Ирина Владимировна,

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

Андрианов Константин Анатольевич,

*ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет»,
заведующий кафедрой «Городское строительство и автомобильные дороги»
e-mail: konst-68@yandex.ru*

Важнейшим условием создания комфортной городской среды является наличие развитой улично-дорожной сети города. При этом городские магистрали оказывают неблагоприятное влияние на жизнедеятельность человека и на экологическое состояние прилегающей к ним застройки. Основными факторами экологического загрязнения являются загазованность, акустическое загрязнение транспортным шумом и передача вибрации от проезжающих автомобилей на прилегающие территории [1].

Основным источником внешнего шума в городской застройке являются потоки всех видов городского транспорта, проходящего по автомобильным магистралям. При существующей транспортной схеме г. Тамбова на большом количестве ее участков наблюдается существенная перегруженность транспортом городских улиц. В зоне влияния перегруженных магистралей расположена жилая и общественная застройка, к которой предъявляются требования по защите от шума.

Шумовыми характеристиками источников шума от автомобильного транспорта являются для транспортных потоков на улицах и дорогах эквивалентный уровень звука $L_{\text{экв}}$, дБА, и максимальный уровень звука $L_{\text{макс}}$, дБА, на расстоянии 7,5 м от оси первой полосы движения. Согласно СП 51.13330.2011 «Защита от шума» [2], эквивалентный уровень шума на территориях, непосредственно прилегающих к жилой застройке, не должен превышать 55 дБА в дневное время суток и 45 дБА в ночное время суток.

Для обеспечения санитарно-эпидемиологических требований в помещениях жилых и общественных зданий по условиям акустического комфорта необходимо предусматривать эффективные шумозащитные мероприятия, выбор которых зависит от существующего эквивалентного уровня звукового давления.

Величина существующего эквивалентного уровня звукового давления в первую очередь зависит от шумовых характеристик транспортных потоков [3], а именно от интенсивности движения автотранспорта в часы пик дневного времени и наиболее шумный час ночного времени, суммарной доли грузового и общественного транспорта в потоке, средней скорости движения автотранспорта в потоке.

Для повышения точности оценки шумовых характеристик потоков автотранспорта необходимо учитывать также ряд дополнительных параметров рассматриваемых магистралей:

- геометрические параметры (продольный уклон проезжей части магистрали, число полос движения, ширина разделительной полосы);
- тип дорожного покрытия;
- длительность светофорного цикла вблизи перекрестков (разрешающая/запрещающая фаза светофора);
- тип застройки по обе стороны магистрали [8].

Для создания шумового комфорта в зданиях, находящихся в зоне влияния транспортной магистрали, необходимо добиться снижения транспортного шума, обеспечивающего частичное или полное соблюдение санитарных норм. Это возможно осуществить за счет внедрения шумозащитных мероприятий, которые условно можно разделить на пассивные и активные [3].

Пассивные мероприятия, не требующие существенных затрат при их реализации, заключаются в следующем:

- обеспечение акустического комфорта для зданий различного назначения при соблюдении необходимого удаления проезжей части вновь проектируемых городских магистралей с учетом категории улицы;

- использование в качестве верхнего слоя дорожных покрытий композитных материалов на основе резины или применение высокопористых асфальтобетонов;
- специальные мероприятия по организации движения автотранспорта (успокоение трафика, регламентация времени проезда, ограничение допустимой скорости движения, запрет проезда транзитного транспорта, ограничение движения грузового транспорта по определенным участкам городской транспортной системы, перераспределение транспортных потоков).

К активным относят инженерно-строительные мероприятия по устройству специальных шумозащитных сооружений (устройство шумозащитных экранов, полос зелёных насаждений, земляных валов и насыпей), архитектурно-планировочные и конструктивные методы (применение шумозащитных наружных ограждающих конструкций, шумозащитных зданий). Внедрение этих мероприятий в процессе нового строительства или при эксплуатации существующих участков городских дорог, как правило, требует дополнительных, часто значительных, капитальных затрат.

В статье подробно рассмотрены виды пассивных мероприятий и выполнен анализ их эффективности при решении задач защиты городской застройки от транспортного шума.

Как указано ранее, значительное влияние на формирование шума оказывает верхний слой дорожной одежды, так как возникновение шума происходит не только при работе двигателя автомобиля, но и при контакте шин с дорожным покрытием. При одинаково исправном состоянии сухой поверхности дороги при различном типе покрытия разница в уровнях шума может достигать 12 дБА (см. табл. 1).

Таблица 1

Величина поправки к уровню шума для различных покрытий

№ п/п	Вид дорожного покрытия	Поправка, дБА
1	Гладкий литой и песчаный асфальтобетон	0
2	Мелкозернистый асфальтобетон	-1,5
3	Высокопористый асфальтобетон	-4,0
4	Резинобитумный асфальтобетон	-6,0
5	Цементобетон и рифленый литой асфальтобетон	+2,0
6	Брусчатые и мозаичные мостовые	+6,0

Для асфальтобетонных покрытий по сравнению с другими типами покрытий, например, цементобетонными или брусчатыми, характерна меньшая шумность. При этом на покрытиях из асфальтобетона при скоростях 50 км/ч у легковых автомобилей и 70 км/ч у грузовых шум от движения колес автомобиля по покрытию становится громче шума от двигателя [4, 5, 9, 10].

Акустические свойства стандартных асфальтобетонных покрытий зависят в первую очередь от крупности минерального заполнителя и пористости смеси. Покрытия из более мелкозернистых смесей имеют уровень шума на 2,5-3 дБ меньше, чем покрытия из более крупнозернистых плотных смесей.

В настоящее время существует несколько разновидностей асфальтобетонных смесей, позволяющих снизить уровень шума при их использовании в покрытии автомобильных дорог. Применение в покрытиях высокопористых, поглощающих акустический шум, асфальтобетонов с открытой текстурой, так называемых дренирующих, позволяет снизить средний уровень шума от движения легковых автомобилей на 2-4 дБА.

Эффективность применения типовых высокопористых дренирующих асфальтобетонов определяется снижением шумности покрытия, обеспечением более высоких фрикционных свойств покрытия, повышенной светорассеивающей способностью, что исключает ослепление встречного водителя отраженным светом. В городах дренирующие асфальтобетоны обеспечивают отсутствие луж и пленки воды на мокром покрытии, исключается всасывающий эффект, явление аквапланирования. Основным недостатком подобных дренирующих шумопоглощающих покрытий является ограниченность применения в условиях холодного климата, так на таких покрытиях затруднена борьба с гололедицей, осложнено удаление снега и льда, попадающего в поры асфальтобетона. Кроме того, возникают затруднения при зимнем содержании таких покрытий в связи с тем, что для борьбы с зимней скользкостью недопустимо применять абразивные материалы (песок или гранитную крошку).

Применение в дорожных покрытиях асфальтобетонов на основе резинобитумных вяжущих резиноасфальтобетонных смесей специального состава достаточно широко распространено в дорожном строительстве. Первые исследования резиноасфальтобетонов в России были выполнены в конце 80-х

годов XX века. На основе этих исследований в 1991 году был введен в действие документ «Пособие по строительству автодорог и аэродромных покрытий», а с 2013 года используется ГОСТ 55419-2013 «Материал композиционный на основе активного резинового порошка, модифицирующий асфальтобетонные смеси». Резиноасфальтобетоны предлагается использовать в качестве верхнего слоя покрытий автомобильных дорог, мостовых сооружений, тоннелей. В качестве сырья для производства активного резинового порошка является резиновая крошка, полученная из изношенных шин и/или вулканизированных отходов резинотехнических изделий.

В РФ производством резиноасфальтовых смесей БИТРЭК занимается ООО НПП «Инфотех» [6]. В технологическом процессе используются нефтяные дорожные битумы, которые производятся из отходов нефтепереработки, и резиновая крошка, включая резину из автомобильных шин, представляющую собой высококачественное вторичное сырье, обладающее уникальными техническими свойствами, особенно благоприятными для применения в дорожной и жилищно-коммунальной отраслях.

Основными преимуществами резинобитумного асфальтобетона помимо способности снижать шум при перемещении автомобиля по покрытию являются повышенная сдвигоустойчивость, стойкость к колееобразованию, к образованию трещин. Материал способствует хорошему отводу воды с покрытия, что снижает эффект аквапланирования, чем достигается повышение безопасности движения. Кроме того, резинобитумный асфальтобетон при инсоляционном нагреве в летнее время имеет температуру на 10-15 °С ниже, чем обычный асфальтобетон, что в целом улучшает температурный фон в городских условиях и снижает вероятность колееобразования. Главным в применении резинобитумных вяжущих для улучшения шумопоглощающих асфальтобетонных покрытий является то, что их свойство остается постоянным в процессе эксплуатации в отличие от покрытий из высокопористых смесей, звукопоглощающая способность которых резко снижается при загрязнении. Доказанный при испытаниях уровень снижения шумности резиноасфальтобетонных покрытий традиционного состава составляет 6-10 дБА.

Альтернативным материалом асфальтобетону является «Бесшумный самовосстанавливающийся асфальт» от голландской компании Elsevier. Один из инновационных проектов, представленных в Москве в 2014 году имеет цель снизить уровень звукового давления на улицах города, а также повысить прочность и долговечность дорожных покрытий. К дренающему асфальтобетону на дороге добавляется стальная фибра, что создает значительный шумоподавляющий эффект и увеличивает долговечность асфальтобетона. При проведении своевременной профилактической термообработки происходит закрытие микротрещин на поверхности покрытия. Такая технология позволит увеличить межремонтный срок службы дорог и увеличить их прочность.

Ещё одним достаточно эффективным способом в группе пассивных мероприятий по снижению шума в источнике возникновения является уменьшение шума автомобильного транспорта за счет снижения интенсивности движения в результате смещения транспортного потока на менее нагруженные улицы [7]. Так, в сложившейся транспортной сети г. Тамбова перспективным представляется снижение интенсивности движения в центральной части города в районе улиц Пролетарская, Октябрьская, Гастелло, Елецкая путём смещения транспортного потока из северной части города в сторону планируемой к введению в эксплуатацию новой автомобильной дороги по ул. Магистральная.

Кроме того, одним из решений по организации движения, которое может способствовать общему снижению шума в городских условиях, может быть перенаправление движения транспорта в ночные часы на нежилые улицы, где в основном расположены производственные здания и торговые предприятия.

Существенного снижения уровней шума в городских условиях можно достичь путем введения запретов на въезд грузовых автомобилей или на въезд в город всех автомобилей выше определенной грузоподъемности в ночные часы, субботние и воскресные дни.

Уменьшение скорости движения автомобильного транспорта является одной из самых эффективных мер ограничения уровня шума автомобильного транспорта. На высокоскоростных дорогах сокращение средней скорости автомобиля в 2 раза может привести к снижению эквивалентного уровня шума на 5-6 дБА [4]. В связи с этим, на городских улицах, где имеются ограничения скоростного режима в дневное время в пределах 40 км/ч, а в ночное время эти ограничения снимаются, фактическая средняя скорость транспортного потока существенно превышает допустимую. Целесообразным мероприятием по снижению уровня транспортного шума, а также по повышению безопасности дорожного движения в этих условиях может являться контроль скорости транспортных средств с применением специальных технических средств, работающих в автоматическом режиме и имеющих функции фото- и видеосъемки [5]. Кроме того, на городских улицах с преобладанием жилой застройки необходимо ограничить скорость движения транспортных средств и в ночные часы до 40 км/ч.

Успокоение трафика на городских улицах, помимо эффективной организации дорожного движения и повышения его безопасности, позволит снизить скорость транспортного потока, общий уровень транспортного шума и загазованности за счет сокращения количества актов торможения и набора скорости транспортных средств в местах транспортных пересечений. В качестве методов успокоения дорожного движения можно применять уменьшение ширины полос движения, использование искусственных неровностей на дорожном покрытии («лежачие полицейские», приподнятые островки безопасности посреди проезжей части), создание изгибов проезжей части (шиканы, уменьшение радиусов поворотов на перекрестках), использование в качестве транспортных пересечений перекрестков с круговым движением.

Внедрение рассмотренных выше мероприятий в случае их использования на городских улицах позволит создать комфортную и безопасную городскую среду не только для автомобилистов, но и для жителей городских территорий, непосредственно прилегающих к шумным автомагистралям.

Список использованных источников

1. 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.
2. СП 51.13330.2011 Защита от шума. Актуализированная редакция СНиП 23-03-2003. Введ. 2011-05-20 (с изм. №1). - М.: НИИСФ РААСН, 2013.
3. ОДМ 218.2.013-2011. Методические рекомендации по защите от транспортного шума территорий, прилегающих к автомобильным дорогам. – М.: Федеральное дорожное агентство Росавтодор, 2011.
4. Шум на транспорте / Пер. с англ. К.Г. Бомштейна. Под ред. В.Е. Тольского, Г.В. Бутакова, Б.Н. Мельникова. – М.: Транспорт, 1995.
5. Сергеев А.С. Экспериментальное исследование скорости движения транспортного потока на путепроводе в г. Тамбове / А.С. Сергеев, К.А. Андрианов, И.В. Матвеева // Современные проблемы материаловедения. Материалы III Всероссийской (национальной) научно-практической конференции. – Липецк: ЛГТУ, 2022.
6. Композиционные резинобитумные материалы «Битрэкс»: отличительные особенности и практика применения. – Режим доступа: <http://bitrack.ru/rezultaty-ispytaniy/44-otlichitelnye-osobennosti-i-praktika-primeneniya.html>. – Дата обращения: 22.02.2022.
7. 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, посвящённой 40-летию юбилею Института архитектуры, строительства и транспорта ТГТУ. 2019. С. 268-272.
8. 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.
9. Формирование направлений развития предприятий автомобильного транспорта / Д. В. Доровских, А. А. Лавренченко, А. В. Милованов, А. С. Зорин // Современная наука: теория, методология, практика : Материалы III-ей Всероссийской (национальной) научно-практической конференции, Тамбов, 13–14 апреля 2021 года. – Тамбов: Издательство ИП Чеснокова А.В., 2021. – С. 234-237. – EDN ТВОЕМВ.
10. 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. – EDN РКХНУК.

ИНЖЕНЕРНАЯ МЕТОДИКА РАСЧЕТА ТРАНСПОРТНОГО ШУМА В МАЛОЭТАЖНОЙ ЗАСТРОЙКЕ С УЧЕТОМ ЗАБОРОВ КАК АКУСТИЧЕСКИХ ЭКРАНОВ

Путинцева Анастасия Александровна,

*ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет»,
аспирант кафедры "Архитектура и градостроительство"
e-mail: anastas_84@mail.ru*

Баженов Сергей Владимирович,

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

Антонов Александр Иванович,

*ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», доктор технических наук,
профессор кафедры "Архитектура и градостроительство"
e-mail: aiant58@yandex.ru*

В городской и сельской местности вдоль крупных транспортных магистралей с высокими уровнями шумового воздействия часто располагается малоэтажная застройка. Расчет шума для территории с малоэтажной застройкой связан с определенными трудностями из-за большого количества разнообразных сооружений. Сложность расчета прямого звука связана с необходимостью определения углов видимости участков магистралей, через многочисленные просветы между зданиями и другими сооружениями. При компьютерной реализации нормативных расчетных методов требуется выполнение трудоемкой процедуры цифровизации застройки [1-4,7].

Многочисленные и разнообразные строения усложняют расчеты шума, который поступает в расчетные точки от экранируемых участков магистралей после огибания звуковыми волнами препятствий. К экранирующим сооружениям относятся сплошные заборы, которые часто встречаются в малоэтажной застройке. В условиях городской стесненности заборы часто располагаются в створе фасадов, выходящих на магистраль. В этом случае заборы защищают дворовое пространство от высокого шума. При возможности заборы устраивают ближе к дороге, в этом случае они уменьшают шум не только на окружающей территории, но и внутри зданий. В данной статье предлагается инженерный метод расчета транспортного шума на примамгистральной территории, в том числе с учетом заборов как акустических экранов.

Согласно *нормативной методике* [5], шум от участка транспортной магистрали определяется шумовой характеристикой дороги L_A и коррекциями, которые учитывают факторы, влияющие на распространение звука

$$L_p = L_A - \Delta L_R - \Delta L_\alpha - \Delta L_\beta - \sum \Delta L_i. \quad (1)$$

где L_A – шумовая характеристика протяженной дороги; ΔL_R – коррекция, учитывающая снижение шума с расстоянием; ΔL_β – снижение шума экраном; $\sum \Delta L_i$ – коррекции, учитывающие влияние зеленых насаждений, подстилающего слоя, затухание звука в воздухе и т.д. [6]. Влияние застройки учитывается через ограничение угла видимости φ дороги через просветы между зданиями

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

Использование выражения (2) в условиях малоэтажной застройки с разнообразными по форме и размерами постройками, как указывалось ранее, усложняет проведение расчетов. Влияние малоэтажной застройки предлагается учитывать в *инженерном методе* на основе приближенного статистического подхода

$$\Delta L_\alpha = -10 \lg (\beta/n), \quad (3)$$

где β – коэффициент прохождения звука через застройку, n – количество рядов застройки между дорогой и расчетной точкой.

На основе статистической обработки результатов расчета коррекции ΔL_α для различных вариантов застройки примамгистральной территории получено эмпирическое выражение коэффициента β в виде

$$\beta = 0.612 \frac{a}{a+b} - 0.152 \frac{c}{a}, \quad (4)$$

где a – длина провета между зданиями; b , c – средние значения длины и ширины зданий. Параметры застройки в выражении (3) являются усредненными.

Выполнено сравнение результатов расчета шума на примагистральной территории по нормативной и предлагаемой инженерной методике. На рисунке 1 приведен фрагмент плана примагистральной территории. Шаг разбивочной клетки на планах равен 10 м. От крайней полосы дороги до фасадов зданий - 20 м. Размеры зданий 20*10*6(н) м, между зданиями проветы по 40 м. Расстояние между рядами застройки составляют 50 м. Расчет выполнен в октавной полосе со среднегеометрической частотой 1000 Гц. Уровни звукового давления на расстоянии 7.5 м от оси крайней полосы движения составляют 76 дБ.

На рисунке 1 приведены рассчитанные уровни звукового давления L_p по компьютерной программе на основе стандартной методики, а также результаты расчета уровней шума по приближенному выражению (1) (см. таблицу1).

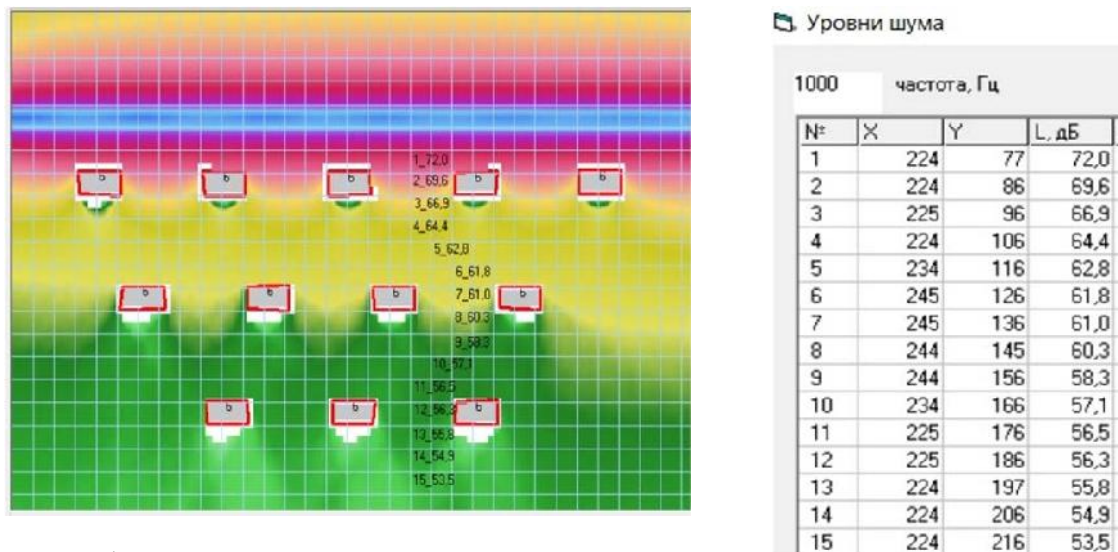


Рисунок 1 – Шумовая карта примагистральной территории с тремя рядами малоэтажной застройки

Таблица 1

Результаты расчета уровней шума по нормативной L_p и инженерной L_n методикам

R , м	$L_{св}$, дБ	n	L_p , дБ	Расчет по инженерной методике		
				β/n	$\Delta L_{\alpha} = -10 \lg(\beta/n)$	L_n
10	74.8	0	72	-	0	74.8
20	71.7	0	69.6	-	0	71.7
30	70.0	1	66.9	0.370	4.3	65.7
40	68.7	1	64.4	0.370	4.3	64.4
50	67.8	1	62.8	0.370	4.3	63.4
60	67.0	1	61.8	0.370	4.3	62.7
70	66.3	2	61	0.185	7.3	59.0
80	65.7	2	60.3	0.185	7.3	58.4
90	65.2	2	58.3	0.185	7.3	57.9
100	64.8	2	57.1	0.185	7.3	57.4
110	64.3	3	56.5	0.123	9.1	55.2
120	64.0	3	56.3	0.123	9.1	54.9
130	63.6	3	55.8	0.123	9.1	54.5
140	63.3	3	54.9	0.123	9.1	54.2
150	63.0	3	53.5	0.123	9.1	53.9

Обозначения: R - расстояние от дороги до расчетной точки; $L_{св}$ – уровни шума в свободном поле.

Для рассматриваемого варианта застройки коэффициент прохождения звука равен

$$\beta = 0.612 \frac{40}{40 + 20} - 0.152 \frac{10}{40} = 0.37.$$

Степень совпадения результатов расчета шума по нормативной и инженерной методикам высокая. В большинстве расчетных точек расхождения результатов расчета не превышают 1 дБ (см. рисунок 2). Наибольшее расхождение до 2 дБ наблюдается в просветах между зданиями. Компьютерный расчет показывает плавное изменение уровней, когда здания следующего эшелона застройки начинают загромождать часть дороги. Приближенный расчет приводит к резкому изменению уровней, когда на определенном расстоянии встречается следующий ряд зданий эшелона застройки. Однако, локальные расхождения результатов не влияют на общую тенденцию.

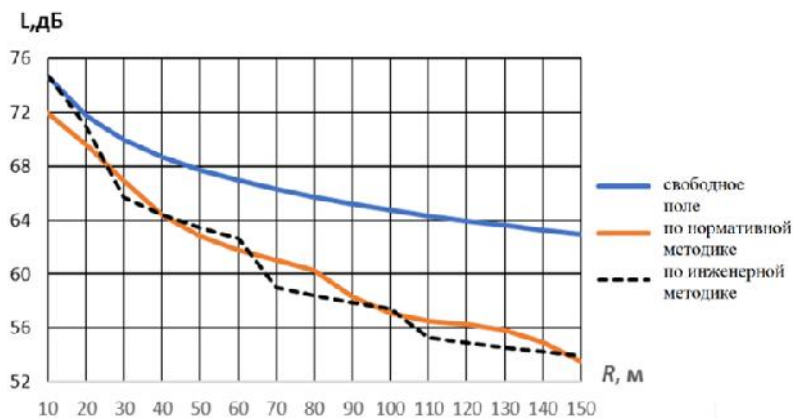


Рисунок 2. - Уровни шума в характерном сечении по нормативной и инженерной методикам

Заборы в малоэтажной застройке, выполняющие роль акустических экранов, имеют ряд особенностей. Высота заборов как правило составляет 2÷2.5 м, что объясняется размером профлиста, как наиболее распространенного материала для заборов. Заборы большей высоты встречаются редко. В подавляющем большинстве случаев заборы являются протяженными. Высота расположения источника шума (автотранспорта) является фиксированной 1 м, расчетные точки на территории застройки находятся на высоте 1.5 м.

Величина эффективности экрана $\Delta L_{эк}$ зависит от частоты и разности хода прямого звука и звука, огибающего экран. Для протяженного экрана снижение шума экраном-стенкой определяется аналитическим выражением

$$\Delta L_{эк} = -20 \lg \frac{\sqrt{2\pi|N|}}{th\sqrt{2\pi|N|}} - 5, \quad (5)$$

где $N = 2\delta/\lambda$ – число Френеля, δ – разность хода звука между кратчайшим расстоянием между источником шума и расчетной точкой и звука, огибающего акустический экран, λ – длина звуковой волны.

	$f=125$	250	500	1000	2000	4000 Гц
1_65.0	1_68.9	18_71.5	1_74.3	1_72.2	1_66.3	
2_61.6	2_63.9	16_69.7	2_71.4	2_69.8	2_62.7	
3_54.1	3_57.8	17_60.1	3_61.9	3_58.0	3_48.6	
4_52.7	4_56.4	18_58.9	4_60.9	4_57.2	4_47.7	
5_51.7	5_55.4	19_57.7	5_59.8	5_56.0	5_46.4	
6_50.8	6_54.5	20_56.9	6_58.8	6_55.0	6_45.1	
7_48.9	7_53.7	21_56.0	7_58.0	7_54.1	7_43.9	
8_48.1	8_53.0	22_55.3	8_57.2	8_53.2	8_42.9	
9_48.5	9_52.3	22_54.5	9_56.5	9_52.4	9_41.9	
10_47.8	10_51.6	24_53.9	10_55.8	10_51.7	10_40.9	
11_47.3	11_51.1	25_53.3	11_55.2	11_51.0	11_40.0	
12_46.7	12_50.5	26_52.7	12_54.6	12_50.3	12_39.0	
13_46.2	13_50.0	27_52.2	13_54.0	13_49.7	13_38.2	
14_45.7	14_49.6	28_51.7	14_53.4	14_49.1	14_37.4	

Рисунок 3 – Шумовая карта автодороги с акустическим экраном высотой 2 м

На рисунке 3 приведены результаты расчета уровней шума от автодороги в октавных полосах со среднегеометрическими частотами 125 – 4000 Гц при наличии акустического экрана высотой 2 м, расположенного на расстоянии 20 м от дороги. По разнице уровней от магистрали в свободном пространстве и при наличии экрана устанавливается эффективность экранирования, она составляет $\Delta L_e = 5 \div 11$ дБ на различных частотах (см. рисунок 4).

Анализ графиков рисунка 4 показывает, что эффективность экранирования слабо зависит от положения расчетной точки. При увеличении расстояния R от 5 до 140 м изменение эффективности экранирования не превышает 1 дБ. Стабильность величины эффективности экранирования объясняется постоянством разности хода прямого звука и звука, огибающего экран. В такой ситуации нет необходимости для каждой расчетной точки выполнять расчет экранирования звука с помощью выражения (5), а следует использовать усредненные значения эффективности экранирования, приведенные в таблице 2. Расхождение между точным и приближенным методами расчета эффективности экрана не превышает 0.6 дБ.

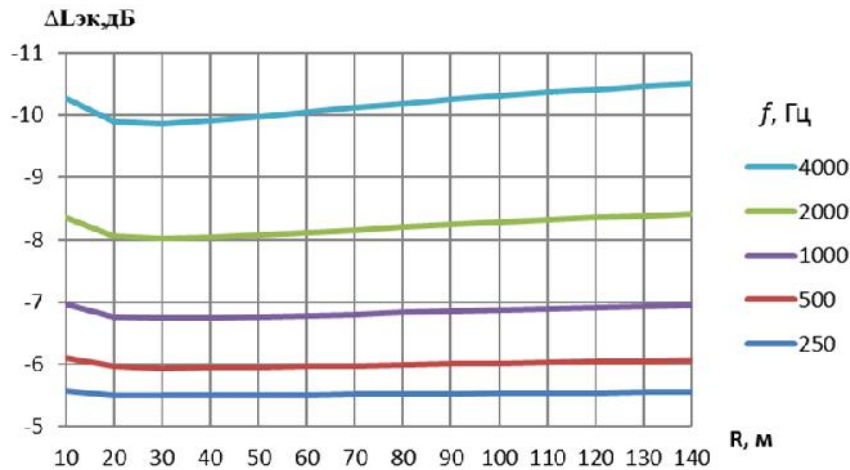


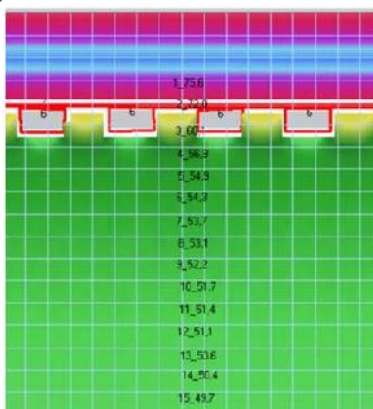
Рисунок 4 – Эффективность экрана высотой 2 м, здесь R – расстояние от расчетной точки до экрана

Таблица 2

Значения усредненных значений эффективности экранирования транспортного шума сплошными заборами

Характеристика экрана	Эффективность экранирования звука, дБ, на частотах, Гц				
	250	500	1000	2000	4000
высота 2 м, расстояние от дороги $d = 10$ м	5,95	6,76	8,10	10,0	12,4
высота 2.5 м, $d = 10$ м	7,06	8,51	10,6	13,1	16,0
высота 2 м, $d = 20$ м	5,53	6,00	6,84	8,21	10,2

а)



б)

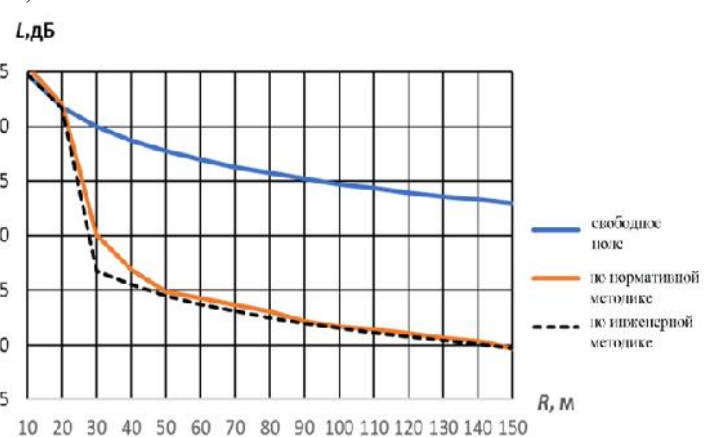


Рисунок 5 – Шумовая карта на примыкательной территории (а) и результаты расчета уровней шума в характерном сечении (б) по нормативной и инженерной методикам

Выполнен расчет шума на примагистральной территории с одним рядом малоэтажной застройки и сплошным забором высотой 2 м. Схема застройки и шумовая карта показаны на рисунке 5а. Шумовая карта рассчитана с помощью компьютерной программы по нормативной методике, расчет выполнен в октавной полосе со среднегеометрической частотой 1000 Гц.

Застройка состоит из одного ряда зданий со средними размерами 20*10м, расстояние между зданиями 20 м. От зданий до дороги расстояние 20 м. Согласно выражению (4) коэффициент прохождения звука равен $\beta = 0.23$, при этом влияние застройки определяется поправкой $\Delta L_{\alpha} = -10\lg(0.23) = 6.38$ дБ.

Между зданиями в своре главных фасадов имеется забор высотой 2 м, который играет роль акустического экрана. Согласно таблице 2 такой забор на частоте 1000 Гц снижает шум за эшеленом застройки дополнительно на $\Delta L_{\gamma} = 6.84$ дБ. На графиках рисунка 5б приведены результаты расчета шума в характерном сечении примагистральной территории по предлагаемой инженерной методике (выражения (1), (3), (4)).

Графики на рисунке 5б показывают хорошее совпадение результатов расчета уровней на компьютере по нормативной и приближенной методикам. Наиболее расхождение (3 дБ) наблюдается в точке № 3 на расстоянии $R = 30$ м от дороги. Эта точка находится между зданиями, где проявляется ограничение видимости дороги, не учитываемое в выражении (3). В остальных расчетных точках погрешность инженерного метода меньше 0.5 дБ.

Выводы

Малоэтажная застройка имеет большое количество небольших построек, значительно усложняющих расчет транспортного шума традиционными методами. Установлено, что для такого вида застройки расчёт шума целесообразно выполнять приближенными статистическими подходами.

Разработан инженерный метод расчета шума на примагистральной территории с малоэтажной застройкой, в том числе при наличии заборов. Влияние нерегулярной застройки предлагается оценивать с помощью усредненного коэффициента проникновения шума через эшелон застройки. Снижение шума заборами можно учитывать усредненным значением, единым для разных расстояний от дороги.

Предлагаемая инженерная методика расчета шума на территории с малоэтажной застройкой усадебного типа значительно упрощает выполнение расчетов, так как не требует выполнения трудоемкой процедуры подготовки исходных данных для цифровизации параметров застройки. Разработанный статистический метод расчета транспортного шума для малоэтажной застройки, примыкающей к примагистральной территории, позволяет быстро и с достаточной точностью выполнять расчет энергетических параметров поля, оценивать влияние различных параметров на шумовой режим и разрабатывать проекты эффективных мероприятий по шумозащите.

Список использованных источников

1. Овсянников, С. Н. Автоматизированный расчет и построение цифровых карт акустического загрязнения примагистральных территорий городов / С.Н. Овсянников, М.С. 2. Овсянников // Вестник ТГАСУ. № 3, 2011. – С. 108-115.
2. Бенюв Д.М. Автоматизация вычислений в акустике городской среды/ Д.М.Бенюв, Н.Д. Николов, И.Л. Шубин, М.Г. Маждраков //Жилищное строительство. 2015. № 6, С. 23 - 26.
3. Шубин И.Л. Расчёт автодорожного шума жилого района Москвы с использованием двух программных средств (И.Л. Шубин, И.Е. Цукерников, Л.А. Тихомиров, А.В. Никифоров // Жилищное строительство. 2013. № 6, С. 2 - 5.
4. Овсянников С.Н. Расчёт эквивалентных уровней шумового загрязнения селитебной территории методом обратной трассировки на растре / С.Н. Овсянников, М.С. Овсянников // Вестник ТГАСУ.2008. № 1 (2), С. 50 - 56.
5. СП 276.1325800.2016. Здания и территории. Правила проектирования защиты от шума транспортных потоков. – М.: Минстрой России, 2016. с.
6. Бугарев, Е. А. Снижение шума, распространяемого на местности / Е. А. Бугарев, С. А. Айрбабамян // Образование. Наука. Научные кадры. – 2013. – № 3. – С. 125-131.
7. Формирование направлений развития предприятий автомобильного транспорта / Д. В. Доровских, А. А. Лавренченко, А. В. Милованов, А. С. Зорин // Современная наука: теория, методология, практика : Материалы III-ей Всероссийской (национальной) научно-практической конференции, Тамбов, 13–14 апреля 2021 года. – Тамбов: Издательство ИП Чеснокова А.В., 2021. – С. 234-237. – EDN TBOEMB.

СОЛНЕЧНАЯ РАДИАЦИЯ И ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ ЗДАНИЙ

Баженова Светлана Ивановна,

*ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет»,
магистрант кафедры "Архитектура и градостроительство"
e-mail: svbazh@yandex.ru*

Путинцева Анастасия Александровна,

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

Антонов Александр Иванович,

*ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», доктор технических наук,
профессор кафедры "Архитектура и градостроительство"
e-mail: aiant58@yandex.ru*

Солнечная радиация оказывает противоречивое воздействие на микроклиматзданий. В зимний период инсоляция приводит к повышению температуры помещений, снижению теплопотерь и повышению энергоэффективности зданий. Аналогичный процесс летом может вызывать перегрев помещений и приводить к увеличению нагрузки на системы кондиционирования воздуха. В условиях жаркого климата негативное влияние избыточной радиации может оказаться решающим фактором в характеристике качества и энергоэффективности жилья. Количество солнечной радиации, поступающей на здание, зависит не только от солнечных траекторий (времени года и географической широты местности), а также от геометрических размеров здания и его ориентации. В статье представлены результаты исследования зависимости проникающей в здания солнечной радиации от ориентации и различных объемно-планировочных параметров зданий.

Расчетная модель.

Солнечная радиация I , достигающая поверхность земли, складывается из прямой $I_{пр}$ и рассеянной $I_{диф}$ составляющих. Источником этой энергии является излучение солнца, характеризуемое солнечной постоянной I_0 . Солнечная постоянная $I_0 \approx 1365 \text{ Вт/м}^2$ [$\text{Дж}/(\text{с}\cdot\text{м}^2)$] определяется поверхностной плотностью потока мощности солнечной энергии и численно равна количеству энергии, переносимой в единицу времени через поверхность площадью 1 м^2 , расположенной перпендикулярно солнечным лучам. Солнечная постоянная зависит от расстояния между Землей и Солнцем, она в течение года изменяется на $\pm 3\%$ из-за эллиптической формы орбиты нашей планеты [1].

Солнечная радиация, достигающая поверхности земли, называется *прямая солнечная радиация*. Она меньше солнечной постоянной за счет влияния атмосферы на энергию солнечных лучей. В атмосфере земли солнечные лучи частично поглощаются, отражаются и рассеиваются. Степень ослабления солнечных лучей может достигать 40% и зависит от состояния воздуха и толщины проходящего атмосферного слоя ($d/\sin(h)$), которая в свою очередь определяется углом прихода солнечных лучей h или географической широтой местности φ , временем года и суток (см. рисунок 1). В случае облачного неба степень снижения солнечной радиации еще больше и трудно предсказуема.

В работе [2] приведена усредненная зависимость прямой солнечной радиации от высоты солнца над горизонтом при безоблачном небе. В случае компьютерного программирования вместо табличной функции предлагается использовать ее эквивалент в виде аппроксимации полиномами

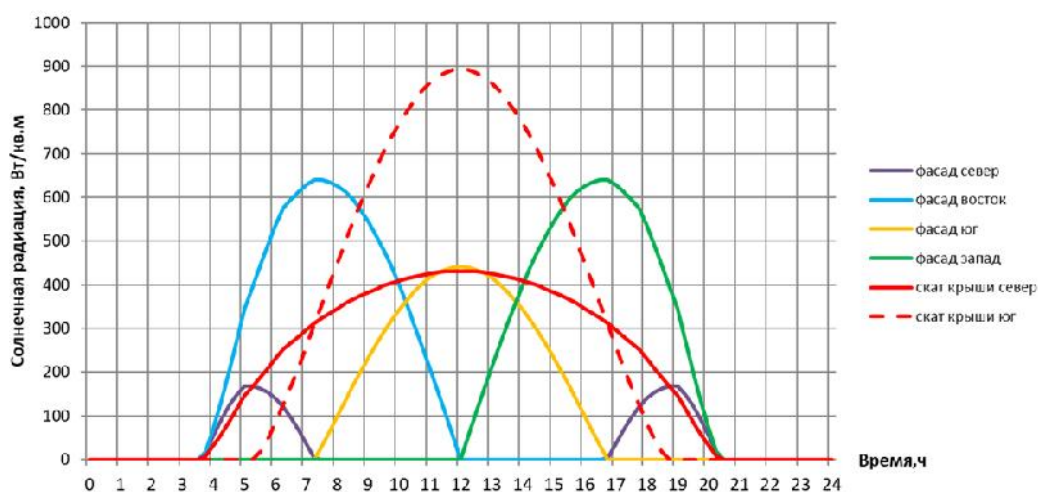
$$I_{пр} = 0.0031h^3 - 0.6091h^2 + 39.757h + 21.6. \quad (1)$$

где h – высота солнца над горизонтом

Задача расчета рассеянной радиации является трудоемкой, так как распределение яркости небосвода неравномерно. Наибольшее излучение осуществляется из части небосвода вокруг солнца, с противоположной от солнца части небосвода излучение минимально. Рассеянная радиация в значительной степени зависит от облачности. В практических расчетах, связанных с энергосбережением, используют упрощенную модель равномерного свечения небосвода. Интенсивность рассеянной радиации, поступающей на горизонтальную поверхность, в этом случае зависит только от высоты солнца

декабре всего – 2.45 МДж/м². На величину солнечной радиации оказывает влияние облачность неба. Например, в Москве в декабре 23 пасмурных дня, а летом в среднем не более трех дней в месяц [3]. С учетом фактической облачности небаразница между летней и зимней величиной солнечной радиации возрастает еще существеннее. На основе этой информации негативное воздействие солнечной радиации летом представляется более значимым, чем положительное влияние в зимний период. Однако, для окончательного вывода о степени воздействия солнечной радиации на здания необходимо учитывать продолжительности периодов с низкими и высокими температурами в течение года. Положительное воздействие солнечного тепла включает продолжительность отопительного периода, который в г. Тамбове составляет 7 календарных месяцев. Необходимость использования кондиционеров и потребления дополнительной электрической энергии для защиты помещений от перегрева в условиях города Тамбова, как правило, составляет период 1,5 - 2 месяца. Исходя из этого ориентация и планировка зданий должны проектироваться таким образом, чтобы максимально использовать положительное воздействие солнечной радиации на здания в отопительный период и свести к минимуму негативное влияние радиации летом.

а)



б)

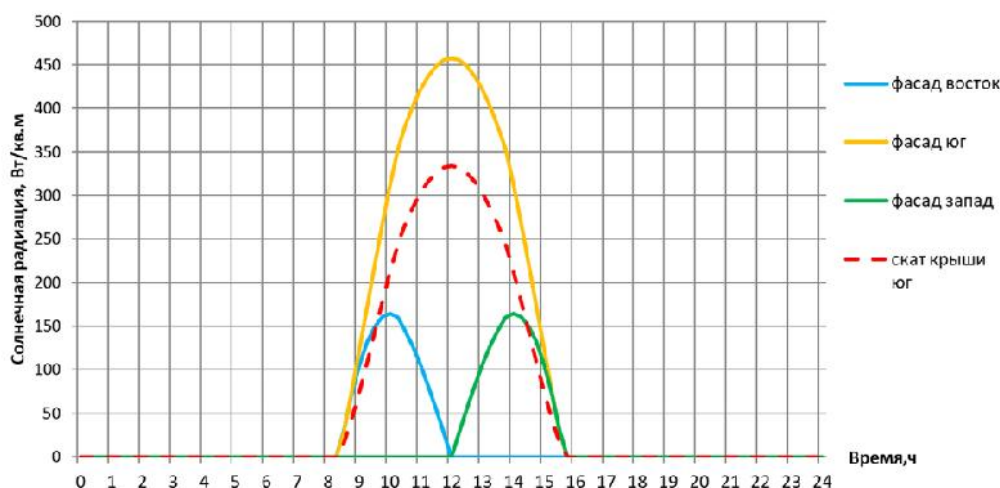


Рисунок 2 – Интенсивность солнечная радиация на фасады и скаты крыши разной ориентации:
а) – 22 июня; б) – 22 декабря

Выполнены исследования поступления солнечной радиации для зданий с различными параметрами. В качестве критерия воздействия солнца на здание принята величина общего количества дневной солнечной энергии, проникающей в здание через окна

$$W = \sum_{j=1}^6 \int_0^{24} \left(I_{\text{прт}} \cos \theta_{jt} + I_{\text{дифт}} \frac{1 + \cos \beta_j}{2} \right) S_j \tau dt, \quad (3)$$

где j – номер плоскости ограждений здания включая скаты крыши; θ_{jt} – угол падения солнечных лучей на j -ю поверхность в момент времени t ; β_j – угол наклона плоскости ограждения; τ , S_j – коэффициент светопропускания и площадь окон на фасадах или скатах крыши при наличии мансарды. В случае необходимости могут использоваться удельные показатели солнечной энергии, например, количество солнечной радиации на единицу объема здания.

Выполнены расчеты поступления солнечной радиации внутрь квадратного в плане здания с размерами 15*15*7(м) при различных вариантах ориентации. Для снижения количества влияющих факторов крыша принята плоской. В случае одинаковой площади окон на всех фасадах по 20% от площади стен количество проникающей солнечной радиации не зависит от ориентации и составляет: в декабре - $W=41 \text{ кВт*час}$; в марте - $W=110 \text{ кВт*час}$; в июне $W=150 \text{ кВт*час}$.

Во втором варианте один фасад принят глухим (без окон), а на остальных фасадах окна составляют по 27 % площади стен. При этом в обоих вариантах общая площадь окон принята одинаковой. Результаты расчета энергии солнечной радиации при различной ориентации здания с неравномерным размещением окон на фасадах показана на рисунке 3. В зависимости от ориентации общее суточное количество проникающей солнечной энергии составляет: в декабре от 18 до 55 кВт*час; в марте от 78 до 146 кВт*час; в июне от 136 до 177 кВт*час. Оптимальной ориентацией является азимут здания 90° , когда фасад без окон ориентирован на запад (см. рисунок 3). В этом случае проникновение солнечной радиации составит в декабре 47 кВт*час, в марте 115 кВт*час, а в июне – 136 кВт*час. При этом нагрев помещений здания летом будет минимальным и достаточно высоким в зимний период.

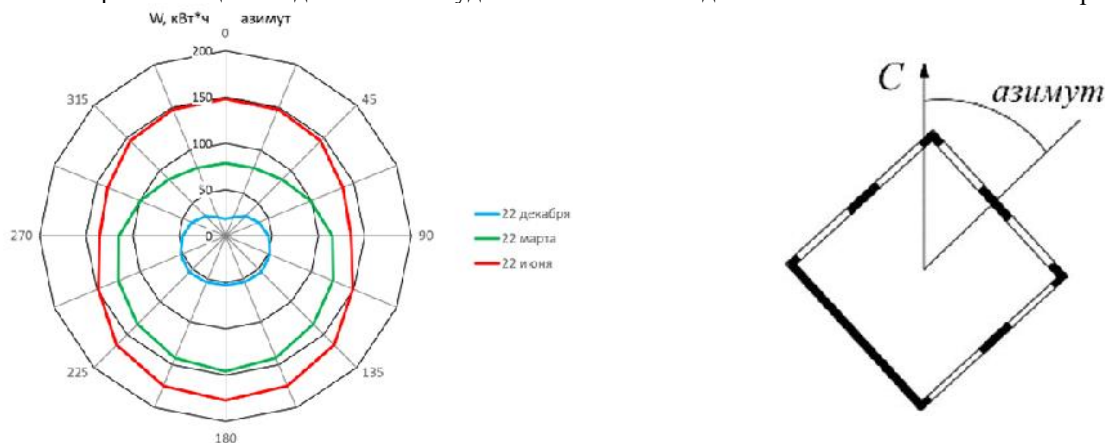


Рисунок 3 – Диаграмма солнечной радиации, проникающей в здание квадратной в плане формы с различной площадью окон на фасадах

Выполнено исследование зависимости поступления проникающей солнечной радиации в помещения здания с прямоугольной в плане формой 40*13*20(м) в зависимости от ориентации. Крыша здания принята плоской. В первом случае на каждом фасаде здания имеется окна с площадью 20% от площади фасада (рисунок 4а). Азимут 0° соответствует широтной ориентации здания, а 90° – меридиональной. Оптимальной ориентацией является широтная, при этом в летний период поступление солнечной радиации на здание минимальное, а зимний период – максимальное. При широтной ориентации максимально используется положительное воздействие солнечной энергии. В декабрь здание с широтной ориентацией получает солнечную радиацию на 52% больше, чем при меридиональной ориентации. В летний период при широтной ориентации наблюдается минимальное проявление негативного влияния солнечной радиации на микроклимат помещений – меньше на 24%.

Проникающая радиация в здание зависит от площади окон и неравномерности их размещения на разных фасадах. Для оценки этого фактора выполнены расчеты проникающей солнечной радиации, когда на главном фасаде здания окна составляют 33% площади стен, на дворовом – 20%, а на торцевых фасадах здания окна отсутствуют (см. рисунок 4б). Общая площадь окон в этом случае равна площади светопроемов из предыдущего примера, когда они равномерно располагались по всем фасадам. В этом случае также предпочтительна широтная ориентация. Однако, влияние ориентации на изменение солнечной радиации в этом случае проявляется более явно. Ориентации фасада с наибольшим количеством окон на юг увеличит количество проникающей радиации в зимний период до 362 кВт*час по сравнению с 247 кВт*ч при такой же ориентации, но при равномерном размещении окон на фасадах. Увеличение радиации составляет 46%. Аналогичным образом значительно увеличится негативное воздействие радиации в случае использования меридиональной ориентации.

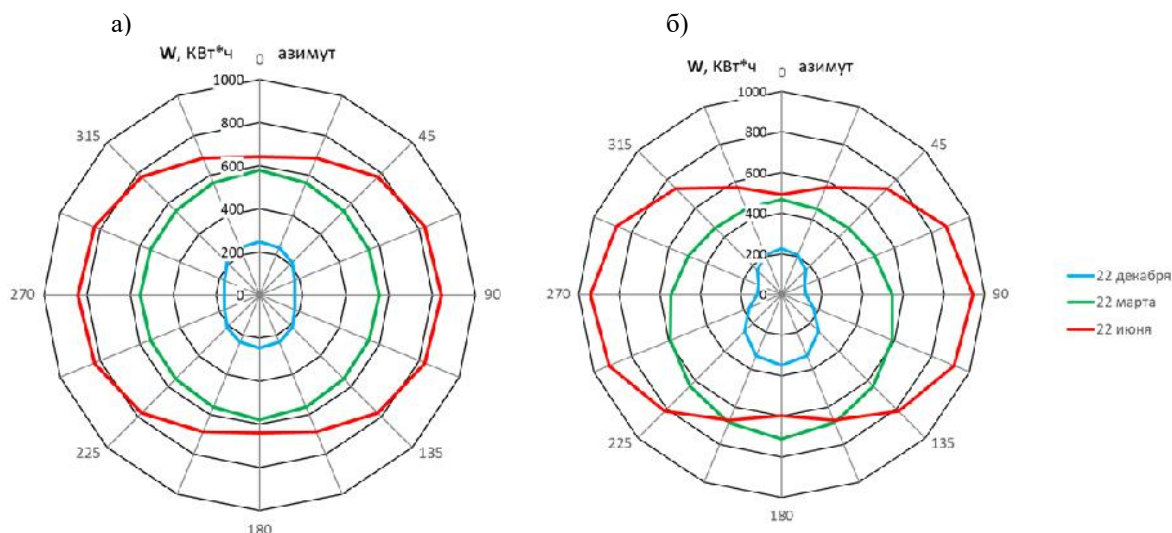


Рисунок 4 - Диаграмма солнечной радиации, проникающей в здание прямоугольной в плане формы: а) – с одинаковым процентом площади окон по фасадам; б) - с различной площадью окон на фасадах

Выводы

Ориентация и планировка зданий должны проектироваться таким образом, чтобы максимально использовать положительное воздействие солнечной радиации на здания в отопительный период и свести к минимуму негативное влияние радиации летом. В статье представлены результаты влияния параметров зданий на поступление солнечной радиации и энергоэффективность. Для решения данной задачи выполнено следующее:

- разработан алгоритм и составлена программа расчета поступления прямой и рассеянной солнечной радиации на плоскости разной ориентации и на здания;
- выполнена проверка результатов компьютерного расчета солнечной энергии с табличными данными справочников, которая показали высокую точность расчетов;
- представлены результаты расчета проникающей солнечной радиации для зданий различной ориентации и объемно-планировочных решений;
- приведены количественные характеристики проникающей солнечной радиации для зимних, летних и осенне-весенних условий. Эти результаты могут быть полезны проектировщикам при разработке оптимальных решений зданий с минимальным энергопотреблением.

Список использованных источников

1. Кондратьев К.Я., Пивоварова З.И., Федорова М.П. Радиационный режим наклонных поверхностей / Под ред К.Я. Кондратьева // Л.; Гидрометеиздат. – 1978. – 170 с.
2. Зоколей С.В. Архитектурное проектирование, эксплуатация объектов, их связь с окружающей средой/ М.: Стройиздат, 1974, – 670 с.
3. Методическое пособие: расчеты теплопоступлений в здание от проникающей солнечной радиации за отопительный период - МинСтрой и ЖКХ РФ. - Москва. - 2017
4. Научно-прикладной справочник по климату СССР. Серия 3. Многолетние данные. Части 1-6, вып. 1-34. Санкт-Петербург: Гидрометеиздат. - 1989-1998.

СОЗДАНИЕ ИНЖЕНЕРНОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ МОДЕЛИ УЧАСТКА АВТОМОБИЛЬНОЙ ДОРОГИ

Беляев Дмитрий Сергеевич,

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

Зарапина Дарья Александровна,

*ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», студент,
e-mail: zarapina.99@mail.ru*

Соломатин Евгений Олегович,

*ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет» канд. тех. наук, доц.
кафедры «Городское строительство и автомобильные дороги»,
e-mail: gsiad_tambov@mail.ru*

Согласно Постановлению правительства России №331 от 5 марта 2021 г. [1] о введении обязательного использования технологий информационного моделирования на всех строящихся и реконструируемых объектах капитального строительства, финансируемых из государственного бюджета всех уровней, формирование и ведение информационной модели становится обязательным для заказчика, проектировщика, застройщика и эксплуатирующей организации с 1 января 2022 г. Следует отметить, что формирование информационной модели на стадии капитального ремонта строительных объектов, также становится неотъемлемой частью процесса проектирования, но уже по требованию заказчика производимых работ. В этой связи переход от автоматизированного проектирования к информационному моделированию привел к необходимости полного пересмотра всех процессов жизненного цикла (проектирование, строительство, эксплуатация) объектов капитального строительства, в том числе и автомобильных дорог.

Информационной моделью объекта капитального строительства называется совокупность взаимосвязанных сведений, документов и материалов об объекте капитального строительства, формируемых в электронном виде на этапах выполнения инженерных изысканий, осуществления архитектурно-строительного проектирования, строительства, реконструкции, капитального ремонта, эксплуатации или сноса объекта капитального строительства. Таким образом, информационной моделью автомобильной дороги можно назвать совокупность данных, описывающих инженерно-геодезическую, геологическую, гидрометеорологическую, экологическую, геотехническую информацию об объекте и прилегающей к нему территории, проектные решения, а также изменения атрибутивных и геометрических данных элементов линейного сооружения в течение его жизненного цикла, представленные в цифровом объектно-пространственном виде. Первым этапом моделирования является создание инженерной цифровой модели местности (ИЦММ) или модели инженерных изысканий, основной задачей которой является формирование пространственной среды исследуемой территории в цифровом виде. Принципы создания такой модели зависят прежде всего от этапа жизненного цикла автомобильной дороги и различаются при строительстве нового и переустройстве существующего линейного объекта. Наиболее сложной с точки зрения формирования инженерной модели является моделирование существующей автомобильной дороги. Такие модели создаются при необходимости разработки проектно-сметной документации на реконструкцию или капитальный ремонт автомобильных дорог и требуют обработки значительного объема данных по результатам инженерных изысканий как самой дороги, так и объектов ее обустройства, и территории полосы отвода.

В общем виде инженерная цифровая модель автомобильной дороги состоит из отдельных цифровых моделей местности (ЦММ), включающих в себя всю необходимую изыскательскую информацию по объекту и прилегающей к нему местности [2]:

- инженерно-геодезическая ЦММ, содержащая сведения и характеристики рельефа местности, точечных объектов, трубопроводов различного назначения, электрических и кабельных сетей, осевых линий примыкающих автомобильных и железных дорог, линейных объектов других типов, площадных объектов, водных объектов, а также зданий и сооружений (рисунок 1);

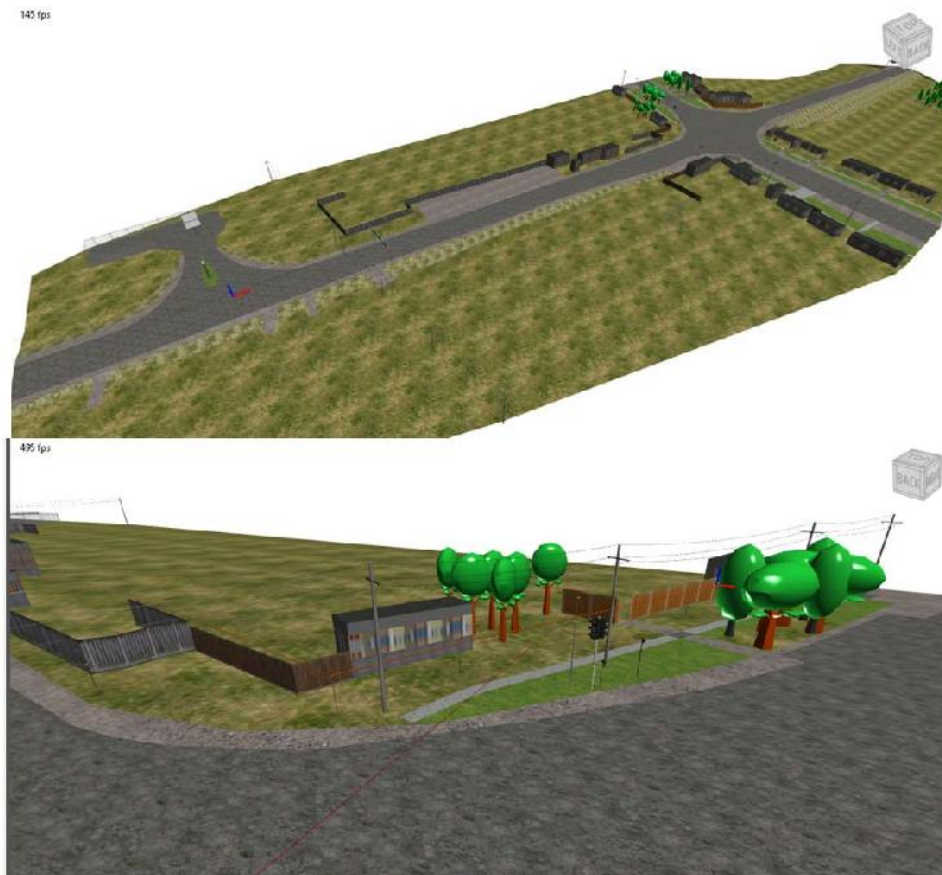


Рисунок 1 – Общий вид инженерной цифровой модели местности и объектов инженерно-геодезической ЦММ

- инженерно-геологическая ЦММ, включающая сведения и характеристики грунтов, залегающих на исследуемой территории, получаемые при геологических изысканиях и лабораторных испытаниях грунтов (рисунок 2);

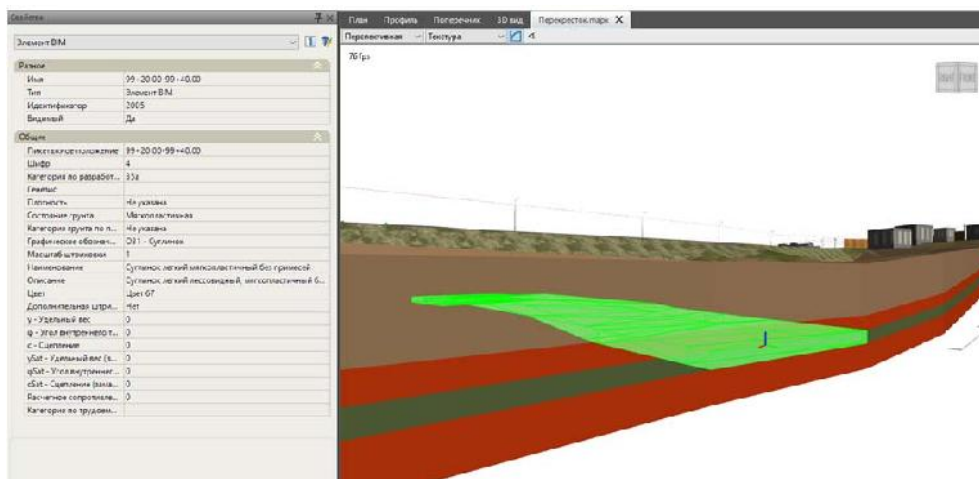


Рисунок 2 – Общий вид инженерно-геологической цифровой модели

- инженерно-гидрометеорологическая ЦММ, содержащая характеристики гидрометеорологических данных участка строительства, данные гидрологического режима рек, режима прибрежной зоны морей, данные о селях, снежных лавинах, источниках водоснабжения на базе поверхностных и подземных вод и т.д.;

- инженерно-экологическая ЦММ, характеризующая степень воздействия существующего линейного сооружения на прилегающие сельскохозяйственные и водные объекты, линии распространения шумового воздействия, а также линии распространения загрязняющих веществ;

- цифровая модель участка объекта капитального строительства, содержащая данные в объектно-пространственном и табличном виде об исследуемом линейном сооружении – геометрические, конструктивные, эксплуатационные и т.д. (рисунок 3)

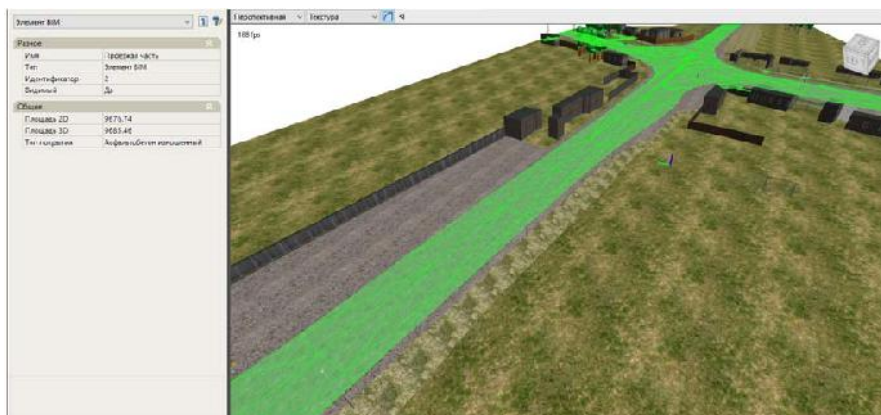


Рисунок 3 – Общий вид цифровой модели автомобильной дороги с информацией о проезжей части

Объем вносимой информации в ИЦММ зависит прежде всего от вида производимых работ и требований к уровню проработки цифровой информационной модели. Для характеристики точечных объектов в цифровую модель вносятся данные о наименовании объекта, его координатах (с обязательным указанием системы координат и системы высот), а также геометрических параметрах при необходимости. Для линейных объектов указывается их длина, отметки и уклоны. Для электрических и кабельных сетей – напряжение, количество проводов, отметки, провис для воздушных линий и глубина заложения – для подземных (рисунок 4). Для трубопроводов указывается материал, толщина стенки, диаметр и отметки труб, тип транспортируемого продукта и давление. Для характеристики площадных объектов указывается их наименование, площадь периметр и отметки. Для водных объектов указывается отметка уреза воды, максимальная глубина, период навигации и т.д. К характеристикам зданий и сооружений относятся: кадастровый номер, адрес, материал несущих конструкций, этажность, функциональное назначение. К геологическим характеристикам грунтов относятся: глубина бурения и диаметр геологических скважин, положение границы слоев, тип геологических слоев, разновидность грунтов по количественным показателям состава, строения, состояния и свойств грунтов, их характеристики, глубина залегания подземных вод.

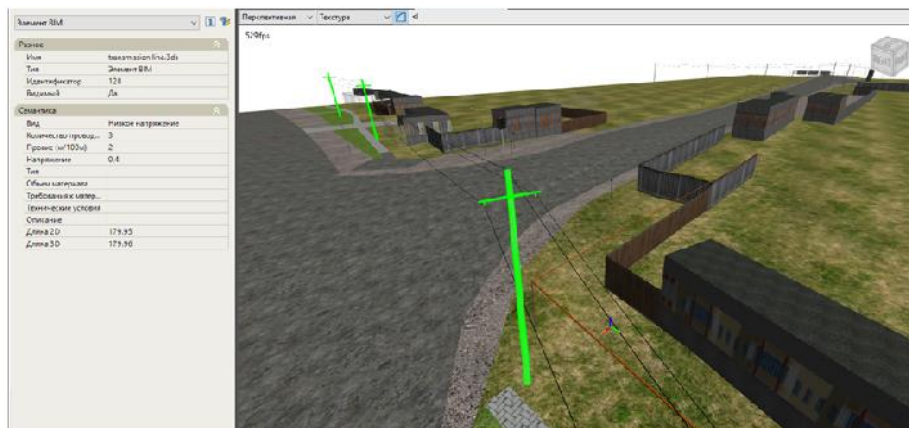


Рисунок 4 – Отображение информации об элементах электрических сетей в ИЦММ

При создании цифровой модели автомобильной дороги ее геометрические параметры, конструктивные особенности, а также рельеф прилегающей территории и элементы обустройства объекта должны быть представлены в цифровом объектно-пространственном виде [3,4-6]. Это может быть достигнуто при камеральной обработке геодезических изысканий в специализированных программных комплексах, таких как Топоматик Robur - Автомобильные дороги, IndorCAD/Road и Кредо Дороги. Принцип создания цифровых моделей в представленных программных продуктах не имеет существенных отличий и заключается в создании поверхности (рельефа и автомобильной дороги) в виде триан-

гуляционной сети и размещении на этой поверхности ситуационных объектов. Поверхность рельефа строится по съемочным точкам, а поверхность автомобильной дороги по точкам, объединенным в структурные линии, т.е. линии, обладающие определенными семантическими свойствами (например, ось, бровка или кромка автомобильной дороги) и однозначно определяющие триангулирование участка поверхности. Построенная поверхность представляется в виде набора элементарных плоскостей (треугольников), каждый из которых строится по трем соседним точкам или вершинам структурных линий (рисунок 5). Далее каждому набору треугольников присваивается семантическая информация о принадлежности к определенным элементам исследуемого объекта – проезжей части, обочине, откосам, рельефу и т.д. (рисунок 6). К ситуационным объектам, относящимся к обустройству автомобильных дорог, можно отнести: искусственные сооружения (водопрпускные трубы, мосты), элементы водоотвода, автобусные остановки, дорожная разметка, дорожные знаки, ограждения, светофоры и т.д. (рисунок 7). К ситуационным объектам, располагаемым в пределах полосы отвода исследуемой дороги, можно отнести перечисленные ранее – точечные, линейные и площадные объекты (столбы ЛЭП, инженерные коммуникации, сельскохозяйственные угодья), различные здания и сооружения. Местоположение ситуационных объектов задается по точкам геодезической съемки, а внесение информации о назначении и параметрах различных объектов вводится вручную или рассчитывается автоматически при создании пространственных объектов (рисунок 7) в среде ИЦММ.

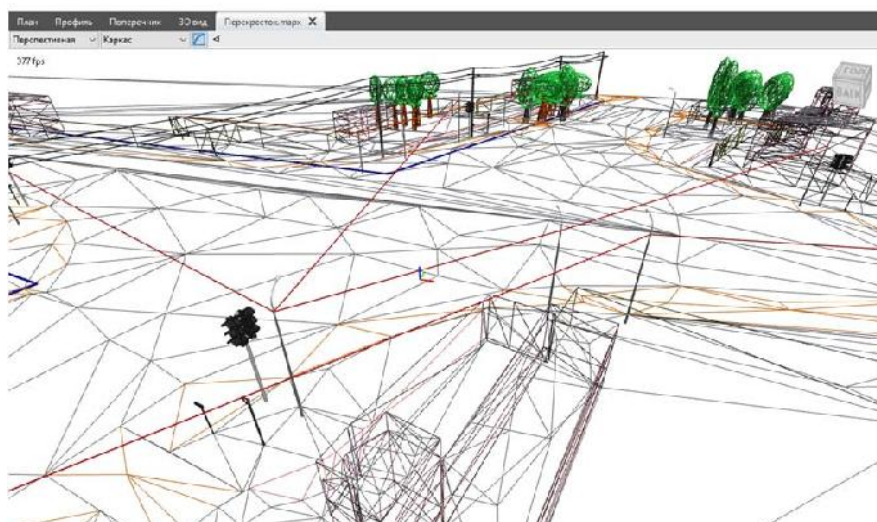


Рисунок 5 – Построение поверхности в виде триангуляционной сети

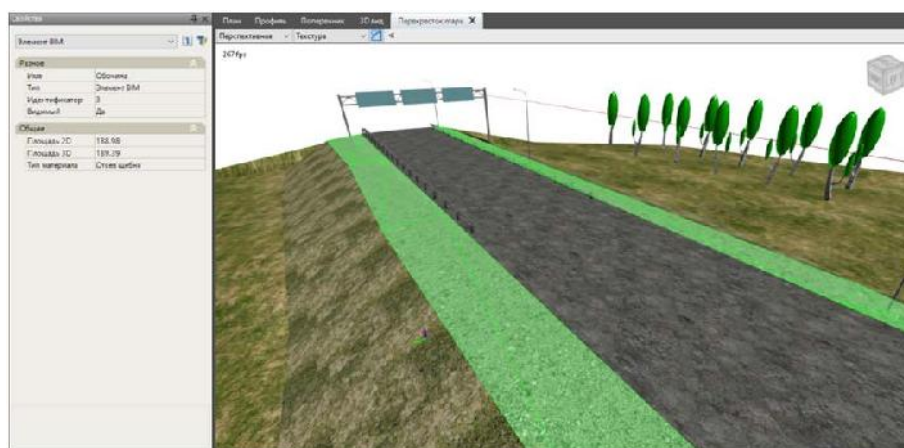


Рисунок 6 – Присвоение семантической информации элементам исследуемого объекта

Помимо геометрических и конструктивных параметров исследуемого объекта в инженерную цифровую модель вводятся данные геологических изысканий в виде геологических скважин, разрезов и пространственной геологической модели (рисунок 2), со всеми необходимыми характеристиками грунтов, информации об уровнях грунтовых вод, пробах грунта и измерениях, проведенных в ходе зондирования. Данная модель позволяет проанализировать положение и характеристики геологических слоёв в любых сечениях исследуемой территории.

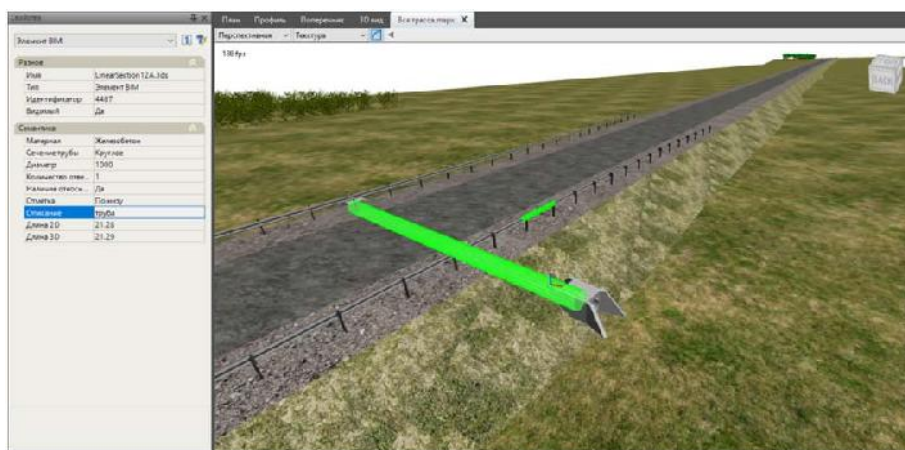


Рисунок 7 – Моделирование ситуационных объектов, относящихся к обустройству автомобильных дорог

Остальная информация по объекту, относящаяся к инженерно-гидрометеорологическим и инженерно-экологическим изысканиям, вводится в общую цифровую модель в виде текстовых или табличных данных.

Таким образом создание общей инженерной цифровой модели местности позволяет проектировщикам получать полный объем информации по исследуемому объекту капитального строительства. Внедрение в процесс проектирования, строительства и эксплуатации автомобильных дорог технологий информационного моделирования позволяет существенно снизить количество возможных ошибок, связанных с человеческим фактором, наличие пространственной цифровой модели объекта позволяет значительно повысить качество выполняемых работ, увеличить скорость процесса проектирования, отработки экспертных замечаний и уменьшить число непредвиденных ситуаций, возникающих в процессе строительства, что в конечном счете способствует уменьшению сметной стоимости и необходимых трудозатрат при решении различных задач на всех стадиях жизненного цикла объекта капитального строительства.

Список использованных источников

1. Постановление №331 от 5.03.2021 г. «Об установлении случая, при котором застройщиком, техническим заказчиком, лицом, обеспечивающим или осуществляющим подготовку обоснования инвестиций, и (или) лицом, ответственным за эксплуатацию объекта, обеспечиваются формирование и ведение информационной модели».
2. СП 333.1325800.2020. Информационное моделирование в строительстве. Правила формирования информационной модели объектов на различных стадиях жизненного цикла.
3. Семёнов Д.Ю., Саркеев Д.Н. Технологии информационного моделирования на практике // Автомобильные дороги. — 2021. — № 6 (1075). — С. 153-155.
4. Глазков, Ю. Е. Анализ факторов влияющих на повышение энергоэффективности транспортных средств / Ю. Е. Глазков, Д. В. Доровских // Современная наука: теория, методология, практика : Материалы III-ей Всероссийской (национальной) научно-практической конференции, Тамбов, 13–14 апреля 2021 года. – Тамбов: Издательство ИП Чеснокова А.В., 2021. – С. 221-224. – EDN YJIBEN.
5. Формирование направлений развития предприятий автомобильного транспорта / Д. В. Доровских, А. А. Лавренченко, А. В. Милованов, А. С. Зорин // Современная наука: теория, методология, практика : Материалы III-ей Всероссийской (национальной) научно-практической конференции, Тамбов, 13–14 апреля 2021 года. – Тамбов: Издательство ИП Чеснокова А.В., 2021. – С. 234-237. – EDN TBOEMV.
6. 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. – EDN PKXHYK.

ОЦЕНКА ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ МОСТА «КРИВОЙ МОСТ» ЧЕРЕЗ РЕКУ ЦНУ В ГОРОДЕ ТАМБОВЕ

Мосин Павел Евгеньевич,
ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», студент
e-mail.ru: mosin_1998@mail.ru

Макаров Александр Михайлович,
ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», канд. техн. наук,
доцент кафедры «Городское строительство и автомобильные дороги»
e-mail.ru: gsiad@mail.tambov.ru

На сегодняшний день в Российской Федерации большинство искусственных сооружений (мостов, путепроводов и др.) находятся в неудовлетворительном состоянии. В большинстве случаев наблюдается разрушение пролетных строений, мосты имеют недостаточную грузоподъемность для пропуска современных транспортных средств и не имеют достаточного габарита проезжей части. В связи с этим они нуждаются в реконструкции или капитальном ремонте [1-3].

В реестре муниципального имущества администрации городского округа г. Тамбова находится 19 мостовых сооружений, из них 10 железобетонных и 5 металлических мостов, 4 путепровода и 1 эстакада. Среди мостовых сооружений имеются мосты, находящиеся в неудовлетворительном состоянии.

Примером является «Кривой мост» через р. Цна постройки конца XX века, расположенный на Рассказовском шоссе. В настоящее время мост не эксплуатируется (см. рисунки 1-4).



Рисунок 1 – Общий вид фасада моста через р. Цна



Рисунок 2 – Общий вид моста со стороны рассказовского шоссе.



Рисунок 3, 4 – Общий вид и характерное состояние пролётного строения и опор моста.

Мост был возведен в 1911 году на месте деревянного моста. Согласно историческим сведениям и опубликованным материалам ранее стоявший на этом месте деревянный мост, также назывался «Кривым». Цна в том месте имеет кривизну – поворачивает вправо, поэтому местоположение моста на речной излучине могло дать такое название «Кривой мост». По другой версии, мост мог быть назван по рукаву руч. Кривой (или реки Кривая), т. е. по старому названию этого участка русла р. Цна. Заказчиком строительства было Тамбовское уездное земство, о чем свидетельствует сохранившаяся на элементах ограждения моста надпись «Т.У.З» (см. рисунок 5). Строительство моста доверили инженеру Николаю Одиссеевичу Диамандиди [1].



Рисунок 5 – Надпись «Т.У.З» Тамбовское уездное земство на сохранившемся элементе ограждения моста.

Мост монолитный железобетонный неразрезной имеет 3 пролёта длиной $22,5 \times 25 \times 22,5$ м и две консоли пролётом по 7,5 м (см. рисунок 6,7). Полная ширина пролетного строения составляет 6,4 м. Каждое пролетное строение ребристое состоит из главных и второстепенных балок. Главные (продольные) балки представляющих собой неразрезные балки на четырёх опорах со свисающими консолями. Поперечные балки, сечением 18×35 см, армированы 4 стержнями гладкой продольной арматуры диаметром 22 мм. Главная балка сечением 40×140 см, армирована в верхней части 4-мя стержнями гладкой продольной арматуры, а внизу 12-ю стержнями диаметром 35 мм.

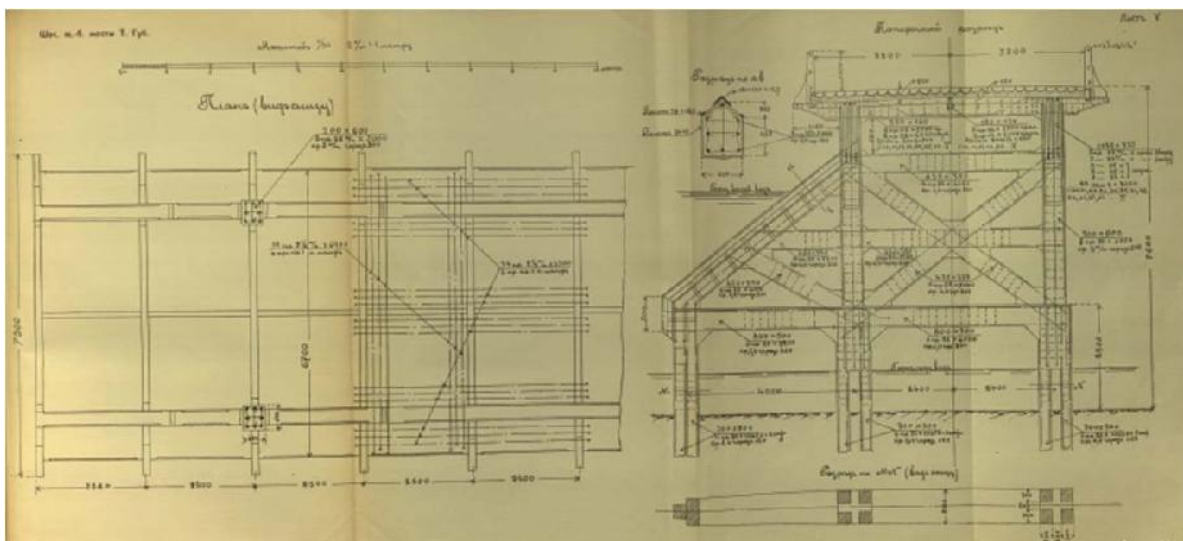
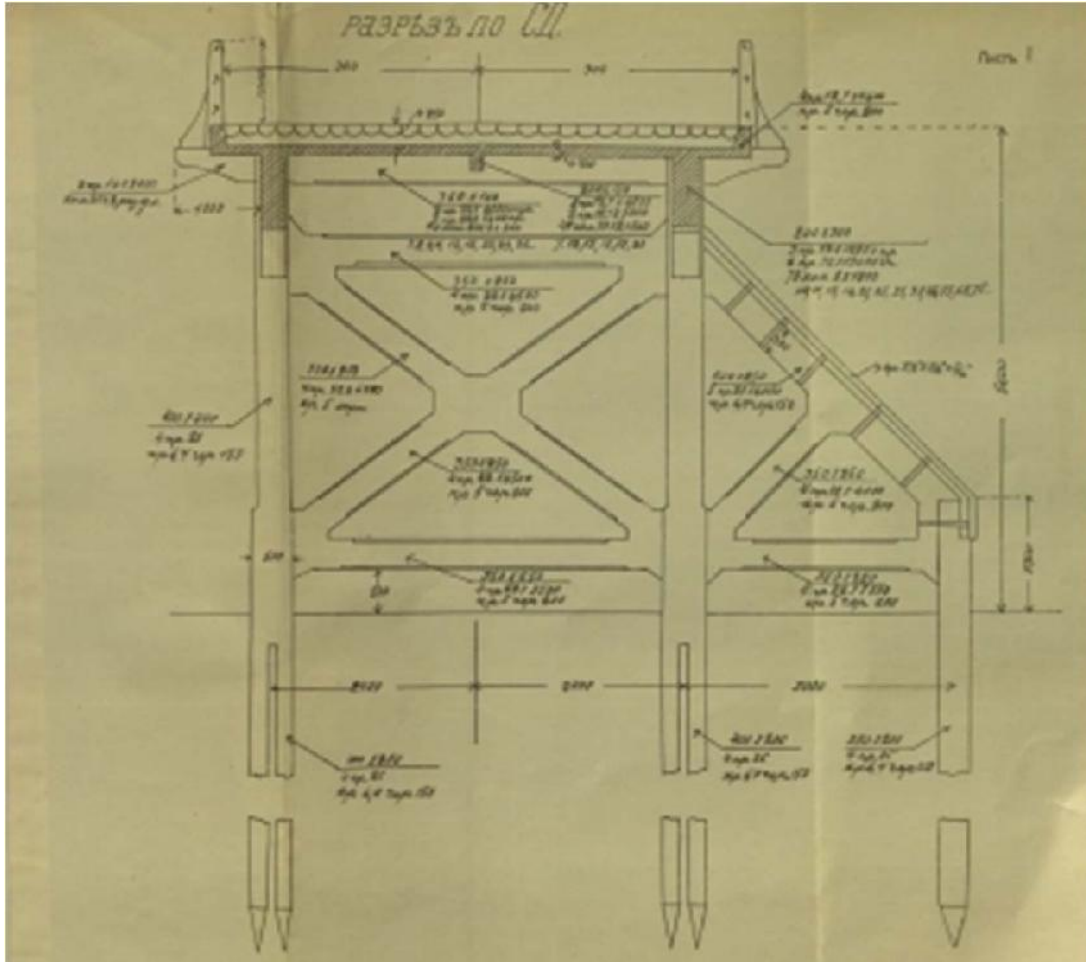


Рисунок 6,7 – Принципиальное конструктивное решение моста.

Опоры моста состоят из колонн, опирающихся на железобетонные сваи. Каждая опора состоит из двух колонн, взаимосвязанных схватами и ограждённых ледорубами. С низовой стороны опоры укреплены опорными подкосами. В промежуточных опорах под каждую колонну забито по пять железобетонных свай, под ледорез – три, под подпорный откос – две сваи и под колонны береговых опор забито по 4 сваи сечением 30×30 см и длиной 10,67 м. Ледорезы береговых опор защищены вертикальными ножами, прикреплёнными к колоннам со стороны течения реки.

Бетонирование свай производилось со 2-го по 8 апреля 1911 года. К забивке свай приступили 23 мая 1911 года и забивку производили машинами с молотом весом 1,704 тонны. Бетонирование моста производилось с 17-го июля по 8 августа. К снятию опалубки приступили 23-го августа.

Испытание моста производили 23 октября 1911 года, со дня окончания бетонных работ до момента испытаний прошло более 10 недель.

Испытание пробной нагрузкой производилось мешками с песком весом 450 кг на 1 м². Измерения прогиба производились флексометрами, установленными под серединами продольных балок каждого пролёта и над концами консолей. Максимальный прогиб балок под полной нагрузкой составил 4,1 мм, что составляет 0,00018 пролёта, т.е. величину во много меньше допускаемой.

В настоящее время мост не используется по назначению, в обход «кривого моста» построен новый железобетонный мост, через который проходит автомобильная дорога Р-208.

Учитывая, что в 2022 году мосту исполнится 111 лет со дня введения его в эксплуатацию, произведен визуальный осмотр всех элементов мостового перехода с целью выявления недостатков и дефектов, возникших в ходе эксплуатации данного сооружения [2]. При визуальном осмотре элементов моста наблюдаются следующие дефекты и повреждения:

- отсутствие тротуаров, перил и ограждения;
- разрушение мостового полотна;
- разрушение подходов;
- повреждения пролетных строений и опор (повреждения защитного слоя с обнажением арматуры на поверхности монолитных участков; коррозионные повреждения, связанные с попеременным замерзанием и оттаиванием бетона; частичное разрушение поперечных балок на консольных участках и т.д.);
- разрушение подходов конуса и регуляционных сооружений.

Результаты визуального осмотра показали, что конструкции моста находятся в неудовлетворительном состоянии.

В связи с тем, что «Кривой мост» через р. Цна является исторически значимым для Тамбова. Данный объект «Кривой мост» стоит рассматривать как памятник транспортной архитектуры [3,4]. В Тамбовской области таких единицы, поэтому их нужно сохранять. Возможно, следует сделать мост велопешеходным. Следует отметить, что в 2013 году глава администрации города Тамбова Александр Филиппович Бобров предлагал передать «Кривой мост» пешеходам.

Список использованных источников

1. Диамандиди, Н. О. Шоссейные железобетонные мосты Тамбовской губернии [Текст] : Описание построенных в губернии мостов, их проекты, расчеты, результаты испытаний, стоимость и проч. / Н. О. Диамандиди; изд. Тамбовского губернского земства. – Тамбов : Тип. губернского земства, 1914.
2. Реконструкция мостов и путепроводов с железобетонными пролетными строениями. Отечественные и зарубежные методы / Тарасеева Н.И., Калашников А.В. // Актуальные проблемы современного фундаментостроения с учетом энергосберегающих технологий: материалы VI Всероссийской научно-практической конференции: Пенза: Изд-во ПГУАС, 2015. С. 50-55.
3. Серегин, С.И. Оценка возможности сохранения жилых зданий г. Тамбова, имеющих статус недвижимых объектов культурного наследия / Серегин С.И., Крюкова А.А., Леденев В.И. // Актуальные проблемы городского строительства. Сборник трудов Всероссийской научно-технической конференции. Под редакцией А.В. Гречишкина. 2020. С. 79-84.
4. Андрианов, К.А. Проблемы сохранения исторической идентичности городской среды провинциальных городов на примере г. Тамбова / Андрианов К.А., Матвеева И.В. // Современная наука: теория, методология, практика. Материалы III-ей Всероссийской (национальной) научно-практической конференции. Тамбов, 2021. С. 34-37.

НЕКОТОРЫЕ ПРИЧИНЫ АВАРИЙ И РАЗРУШЕНИЙ ЗДАНИЙ

Худяков Александр Владимирович,

*ФГБОУ «Тамбовский государственный технический университет», доцент кафедры
«Конструкции зданий и сооружений» e-mail: chudajkov@mail.ru*

Кручинина Олеся Владимировна,

*ФГБОУ «Тамбовский государственный технический университет», магистрант кафедры
«Конструкции зданий и сооружений» e-mail: kruchinina.olesja@yandex.ru*

Аннотация: в статье рассматриваются основные причины аварий зданий и сооружений, произошедших из-за ошибок, допущенных на различных этапах жизненного цикла (проектирование, строительство, эксплуатация). К таким ошибкам можно отнести: низкое качество строительно-монтажных работ, отступление от проекта при строительстве зданий, применение материалов ненадлежащего качества, а также перегрузка несущих конструкций при эксплуатации. В статье авторами рассматриваются некоторые примеры аварий и разрушений зданий, произошедших на стадии проектирования, строительства и эксплуатации.

Ключевые слова: авария, ошибка, проектирование, причина аварии, строительство, эксплуатация зданий, этап строительства.

Аварии и крушения конструкций представляют собой самостоятельно возникший трагический эксперимент. Под аварией понимается обрушение, повреждение здания, сооружения в целом, его части или отдельного конструктивного элемента, превышение несущими элементами покрытия или перекрытий предельно допустимых деформаций, угрожающих безопасному ведению работ и повлекших за собой приостановку строительства (эксплуатации) объекта или его части.

Аварии происходили и происходят во всем мире. Меняются только причины и характер аварийных ситуаций. Отмечающийся в большинстве стран рост числа аварий со значительными человеческими жертвами объясняется увеличением количества строящихся зданий сложных форм с большепролетными конструкциями, применением недостаточно изученных и проверенных на практике новых конструктивных схем и материалов при отставании нормативной базы и недостаточной подготовленности участников строительства.

Опыт расследования причин аварий зданий и сооружений показывает, что они являются следствием нарушения требований нормативных документов при выполнении проектно-изыскательских и производстве строительно-монтажных работ, изготовлении строительных материалов, конструкций и изделий. Последствия указанных нарушений усугубляются несоблюдением норм и правил технической эксплуатации зданий и сооружений. Как правило, аварии являются следствием невыгодного сочетания нескольких из указанных факторов.

Главными причинами аварий на протяжении многих лет являются:

1. Ошибки на этапе проектирования.

- некачественно проведенные предпроектные изыскания;
- ошибки при проектировании и расчете фундаментов;
- ошибки, допущенные при расчете работы конструкций;
- несоответствие расчетной схемы действительной работе конструкции;
- неучтенные нагрузки;
- недостаточное обеспечение устойчивости при силовых боковых ветровых нагрузках.

7 января 2016г. около 9 часов вечера на ул. Комарова в Полтаве, Украина произошло обрушение спортивного комплекса. Перекрытие не выдержало толстого слоя снега и сильного ветра. Металлопластиковое здание спорткомплекса принадлежит заводу медицинского стекла. Спорткомплекс простоял 11 лет. Здание обрушилось вечером, когда людей в нем не было, никто не пострадал.

Основной причиной аварии было разрушение узла крепления затяжки ригеля. При этом численный анализ пространственной работы каркаса свидетельствовал о возникновении прогрессирующего обрушения при обрыве одной из затяжек, поскольку при этом скачкообразно вырастают усилия в соседних рамах, а после разрыва 5-6 затяжек резко растут усилия в карнизных узлах и начинается разрушение рам. В данном случае, достаточно новая конструкция из унифицированных элементов была апробирована и испытана

на малых пролетах (18 м), а при применении данной конструкции на большом пролете 30 м узел крепления затяжки как элемента жесткости и разгружающего пролетный момент нижнего пояса ригеля был проработан некачественно. Здесь имела место, прежде всего, проектная ошибка, усугубленная погрешностями изготовления (применение кипящих сталей) и монтажа – дефекты сварных швов монтажных узлов. В то же время равнопрочность основных несущих элементов и недостаточное развитие системы связей привели к прогрессирующему разрушению всего каркаса при первом же проявлении грубой ошибки.



Рисунок 1 - Обрушение спортивного комплекса в г. Полтава, Украина

2. Аварии из-за ошибок на этапе строительства.

- отклонения от проекта;
- некачественные строительные материалы;
- стремление снизить стоимость строительства за счет более дешевых низкокачественных материалов;
- некачественно проведенное зимнее бетонирование.

12 июля 2015 года частичное обрушение казармы учебного центра ВДВ в поселке Светлый. Обрушились пролеты и перекрытия в четырехэтажной казарме третьего парашютного учебно-десантного батальона. В момент трагедии в здании находилось 337 человек. Погибло 24 человека.

В конце августа министр обороны Сергей Шойгу заявил, что причиной обрушения стала некачественная кладка стен в далеком 1975 году и ошибки в ремонте 2013 года. Тогда же было принято решение снести и остальные пять казарм, построенных по одному и тому же типовому проекту.

По выводам экспертов, как сообщал «Коммерсантъ», в 1975 году казарма была построена с недопустимыми дефектами, которые существенно снизили несущую способность конструкции здания, а капитальный ремонт, выполненный в 2013 году, еще больше снизил прочность казармы.



Рисунок 2 - Обрушение казармы учебного центра ВДВ в п. Светлый

В середине 90-х годов при обследовании одного из цехов Котовского лакокрасочного завода Тамбовской области отмечено образование трещины шириной до 15мм и достижение предела текучести в арматуре в верхней зоне балки покрытия. Здание цеха 2-х пролетное с односкатными железобетонными балками покрытия, опирающимися на колонны сверху, т.е. узел опирания - шарнирный. При таком сопряжении верхний пояс балки работает на сжатие, а образование трещины говорит о действии растягивающих усилий в этом сечении.

При монтаже плит покрытия был допущен брак - одна из средних плит покрытия опиралась сразу на две балки покрытия и была приварена к ним (рис.3). Это привело к изменению опорного узла из шарнирного в жесткий. Расчетная схема из однопролетной 2-х шарнирной балки изменилась в 2-х пролетную неразрезную с отрицательным моментом на средней опоре, приведшем к возникновению растяжения и образованию трещин в верхней зоне. Дополнительные усилия возникли из-за осадки крайней со стороны балки с трещинами колонны.

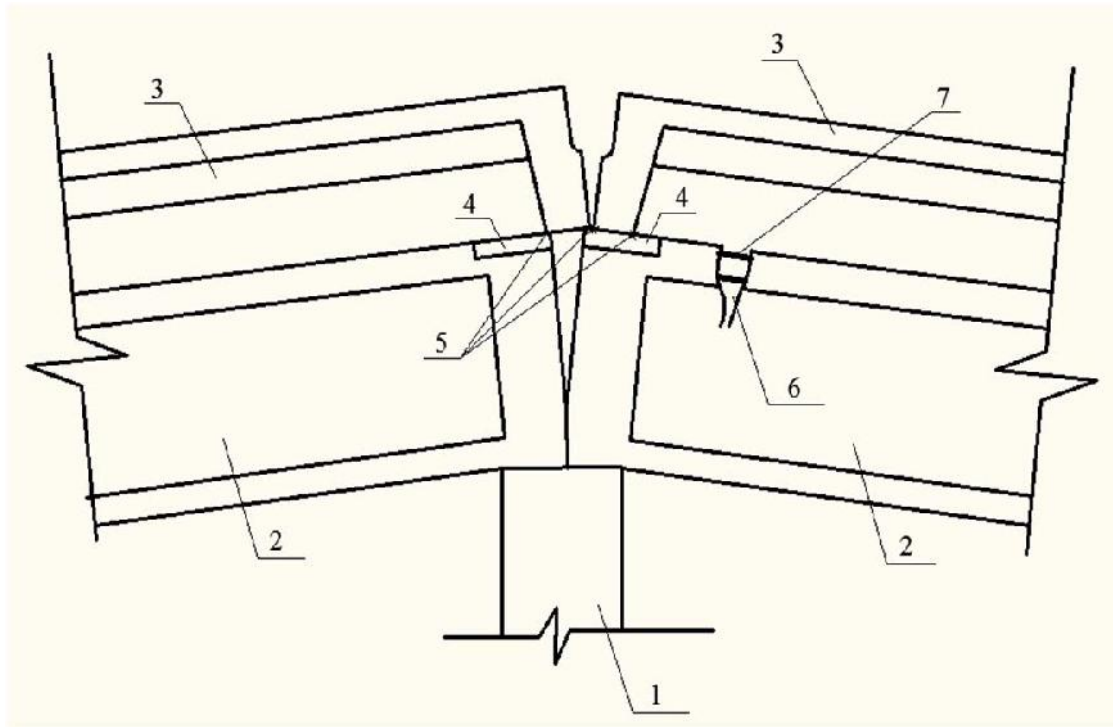


Рисунок 3 - Узел опирания плит покрытия на балки:
1-колонна; 2-балки покрытия; 3-плиты покрытия; 4-закладные детали;
5-сварные швы; 6-трещина; 7- арматура.

3. Аварии из-за ошибок на стадии эксплуатации:

- замачивание грунта (некачественный отвод поверхностных и грунтовых вод, близкое расположение котельных, старые инженерные сети);
- перегрузки перекрытий (при переоборудовании промышленных зданий без должного усиления конструкций);
- незаконная перепланировка квартир под общественные помещения (магазины, офисы).

В Москве 23 февраля 2006 г. после 30 лет эксплуатации рухнули кровля и часть железобетонных конструкций здания Басманного рынка. Общая площадь обрушения составила 3 тыс. кв. м. В результате аварии погибло 68 человек - граждане Азербайджана, Таджикистана, Узбекистана и Грузии, 39 человек были госпитализированы с ранениями разной степени тяжести. Покрытие рынка представляло из себя вогнутую железобетонную оболочку диаметром 80 метров с несущими элементами в виде тросов-вантов. В момент обрушения (февраль 2006г.) на покрытие действовала максимальная снеговая нагрузка. Расследовавшая ЧП комиссия установила, что крыша обрушилась из-за обрыва поддерживавших ее тросов-вантов, вызванного коррозией металла, составившей 50% сечения, и внеплановой перестройкой здания.

Хотя причиной аварии признаны недостатки эксплуатации здания, однако аварии сопутствовали недостатки конструктивного решения в части недоступности контроля за техническим состоянием основных несущих конструкций покрытия – стальных вант и проверки качества работ по их защите от коррозии при изготовлении.



Рисунок 4 - Обрушение Басманного рынка в г. Москва

4 декабря 2005 г. в городе Чусовой Пермского края произошло обрушение крыши бассейна "Дельфин". В момент инцидента в здании находились около 30 человек. Под обломками бетонных плит погибли 14 человек, в том числе 10 детей. 11 человек были госпитализированы с травмами разной степени тяжести. Причинами обрушения стали коррозия конструкций и нарушение правил эксплуатации здания. В декабре 2007 г. Чусовой городской суд приговорил к четырем годам тюрьмы Алексея Швецова, главного инженера фирмы "УралПромЭксперт", которая сфальсифицировала данные о работоспособности несущих конструкций здания.



Рисунок 5 - Обрушение крыши бассейна «Дельфин» в г. Чусовой Пермского края

Как видно из практики, в большинстве случаев причиной аварии становятся ошибки не только на одном этапе жизненного цикла объекта. Проектные ошибки, отступление от проектных решений и грубое нарушение требований нормативных документов на этапе строительства, а на этапе эксплуатации – грубые нарушения правил технической эксплуатации зданий и сооружений – стандартная цепочка проблем, приводящих к авариям.

Список использованных источников

1. Леденев В.В. Аварии в строительстве. Т. 1. Причины аварий зданий и сооружений. Тамбов: 2014. 209 с.
2. В.В. Леденев, Однолько В.Г. Анализ причин аварий З и С и пути повышения их надежности. 2012.
3. Добромислов А.Н. Ошибки проектирования строительных конструкций. 2-е изд. М.: Издательство АСВ, 2007. 208 с.
3. Добромислов А.Н. Оценка надежности зданий и сооружений по внешним признакам // Справочное пособие. М.: Издательство АСВ, 2008. 72 с.
4. Лапина А.П., Пономаренко А.В., Шенцова К.В., Котесова А.А. Анализ причин аварий на разных этапах жизненного цикла объекта строительства // Строительные материалы и изделия. 2019. Том 2. №2. С. 17.
5. Джамбулатов, Р. Г. Анализ причин обрушения покрытий общественных зданий / Р. Г. Джамбулатов. — Текст : // Молодой ученый. — 2015. — № 10 (90). — С. 197-200.

КОНСТРУКТИВНЫЕ МЕРОПРИЯТИЯ ПО ЗАЩИТЕ НЕКОТОРЫХ ТИПОВ СООРУЖЕНИЙ ОТ ПРОГРЕССИРУЮЩЕГО ОБРУШЕНИЯ

Худяков Александр Владимирович,

*ФГБОУ «Тамбовский государственный технический университет», доцент кафедры
«Конструкции зданий и сооружений»
e-mail: chudajkov@mail.ru*

Тафинцева Ольга Юрьевна,

*ФГБОУ «Тамбовский государственный технический университет», магистрант
«Конструкции зданий и сооружений»
e-mail: tolur32@mail.ru*

Кручинина Олеся Владимировна,

*ФГБОУ «Тамбовский государственный технический университет», магистрант
«Конструкции зданий и сооружений»
e-mail: kruchinina.olesja@yandex.ru*

Проблема обеспечения безопасности зданий и сооружений была, есть и будет всегда актуальной. Аварии объектов капитального строительства приводят к существенным экономическим потерям и человеческим жертвам.

В большинстве случаев катастрофические ситуации становятся результатом комплекса ошибок, в ряду которых одно из первых мест 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, строгое выполнение конструктивных требований к различным типам зданий и сооружений в целом и их отдельных конструктивных элементов.

Основными конструктивными мероприятиями по защите сооружений от прогрессирующего обрушения являются обеспечение:

- необходимой несущей способности конструктивных элементов и соединений между ними при аварийном воздействии, приводящем к локальному разрушению;
- необходимых пластических деформаций в соединениях конструктивных элементов;
- в шпоночных соединениях прочности отдельных шпонок на срез в 1,5раза выше их прочности на смятие;
- в болтовых соединениях прочности отдельных болтов на срез в 1,1раза выше их прочности на смятие;
- в сварных соединениях предотвращения хрупкого разрушения в предельном состоянии в соответствии с СП 16.13330;
- достаточности длины анкеровки арматуры при ее работе как связи сдвига;
- в сечениях надпроёмных перемычек, балок, ригелей, плит в предельном состоянии разрушения по изгибу, а не по срезу.

Для монолитных железобетонных сооружений необходимо обеспечить восприятие вертикальными связями между низом колонн (пилонов, стен) и перекрытиями (балками, ригелями) растягивающих усилий, определенных в результате расчетов, но не менее 10 кН на каждый квадратный метр грузовой площади этой колонны (пилона, стены), покрытия и перекрытия следует связывать с колоннами (пилонами, стенами, балками, ригелями) расчетными связями, минимальная площадь сечения горизонтальной арматуры (суммарной для нижней и верхней арматуры) в монолитных железобетонных перекрытиях и покрытиях, как в продольном, так и в поперечном направлении, следует принимать не менее 0,25% от площади сечения бетона. При этом необходимо обеспечить непрерывность указанной арматуры и стыковку (в том числе при возможном изменении расчетной схемы работы перекрытия или покрытия в результате локального разрушения) в соответствии с требованиями действующих нормативных документов.

Для кирпичных зданий и сооружений на каждом этаже по периметру здания следует устраивать пояс армированной кладки между верхом надпроёмных перемычек и низом перекрытия. Если низ перекрытия совпадает с верхом надпроёмных перемычек, то перемычки необходимо выполнять монолитными железобетонными и непрерывными по всему контуру наружных или внутренних стен, т.е.

необходимо устраивать непрерывный монолитный железобетонный пояс (по типу антисейсмического). Требуемую площадь арматуры кладки и монолитного пояса следует определять расчетом.

Минимальная толщина несущих кирпичных стен должна быть не менее 380 мм. Должны быть предусмотрены горизонтальные в продольном и поперечном направлении связи между плитами перекрытий и покрытия, обеспечивающие необходимую прочность дисков перекрытий и покрытия при растяжении и сдвиге. При этом связи следует проектировать на восприятие усилий, определенных в соответствии с результатами расчетов.

Для сооружений со стальным каркасом следует исключить возможность хрупкого разрушения конструктивных элементов и их узлов, соблюдая требования для исключения сочетания неблагоприятных факторов, изложенные в СП 16.13330. Для обеспечения пластичной работы конструктивной системы должны применяться малоуглеродистые и низколегированные стали с относительным удлинением не менее 20%. Для повышения пространственной жесткости и устойчивости к прогрессирующему обрушению конструкций со стальным каркасом следует предусматривать эффективную систему связей. Связи должны быть запроектированы таким образом, чтобы они не выключались из работы и допускали без разрушения развитие необходимых деформаций для перераспределения силовых воздействий после локального разрушения одного из несущих элементов.

Эффективная работа конструкций, узлов соединения элементов между собой и связей против прогрессирующего обрушения всех зданий возможна лишь за счет пространственной работы и перераспределения силовых усилий после локального разрушения одного из несущих элементов, а также обеспечивающая пластичность работы элементов, узлов и связей.

Примером обрушения части покрытия здания с металлическим каркасом при несоблюдении конструктивных требований может служить авария в феврале 2017г. торгово-развлекательного центра с автостоянкой в г. Воронеже, введенного в эксплуатацию в 2012 г. (Рисунок 1).

В подстропильной ферме произошел разрыв опорного раскоса по непроектному стыковому шву, что вызвало повреждение конструкции покрытия. Причиной возникновения аварийной ситуации является наличие непроваренного непроектного стыкового сварного шва в опорном раскосе подстропильной фермы.

Возникшая аварийная ситуация была ликвидирована: под узлы подстропильной фермы были подведены две металлические стойки с последующим подъемом покрытия в проектное положение и заменой опорной панели верхнего пояса и раскоса.



Рисунок 1 - Разрыв опорного раскоса в стальной стропильной ферме

Более внимательно следует относиться к зданиям со смешанным каркасом. Так 9августа 2017г. в г. Армянске в Крыму произошло обрушение конструкций покрытия, состоящего из железобетонных плит по стальным стропильным фермам, в пределах температурного блока в осях 50-58 цеха пигментной двуокиси титана №1.

За долгий период эксплуатации цеха (с 1971 г.) в опорных узлах стальных ферм накопились весьма существенные коррозионные повреждения. Собственный вес покрытия был утяжелен многократными ремонтами кровли. Произошла потеря устойчивости опорного раскоса из плоскости и в плоскости фермы (Рисунок 2 фото за несколько дней до обрушения). Отсутствовали связи по нижним поясам ферм.



Рисунок 2 - Искривление опорного раскоса стропильной фермы

В летний период в течении суток наблюдался большой перепад температур наружного воздуха. Днем температура поднималась до 40 градусов, а ночью происходило снижение до 18. Это привело к тому, что железобетонные конструкции остывали значительно медленнее, чем стальные. Находясь в условиях стесненных температурных деформаций, пояса и опорный раскос фермы получили дополнительные усилия, приведшие к аварии (Рисунок 3)



Рисунок 3 - Обрушение покрытия цеха

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. Добромыслов А.Н. Ошибки проектирования строительных конструкций. 2-е изд. М.: Издательство АСВ, 2007. 208 с.
3. Леденев В.В. Аварии в строительстве. Т. 1. Причины аварий зданий и сооружений. Тамбов: 2014. 209 с.
4. Материалы X конференция "Обследование зданий и сооружений: проблемы и пути их решения"./Ассоциация обследователей зданий и сооружений./ БЕЛЫЙ Григорий Иванович, Основные причины ряда аварий строительных конструкций зданий и сооружений. /г. Санкт-Петербург, 10.12.2019г.
5. Рекомендации по предотвращению прогрессирующих обрушений крупнопанельных зданий. М., 1999
6. СП 385.1325800.2018 Защита зданий и сооружений от прогрессирующего обрушения. Правила проектирования. Основные положения.М., 2019

ВЛИЯНИЕ ПАРАМЕТРОВ УПЛОТНЯЕМОГО СЛОЯ ИЗ АСФАЛЬТОГРАНУЛЯТА НА ЕГО ПРОЧНОСТНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Абанкин Андрей Александрович,

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

Макая Лионель Мавунгу,

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

Зубков Анатолий Федорович,

ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», доктор технических наук,
профессор, профессор кафедры «Городское строительство и автомобильные дороги»
e-mail: afzubkov2013@yandex.ru

Требуемая прочность дорожной конструкции автомобильных дорог с применением асфальтогранулята зависит от его прочностных характеристик, а также технологии укладки и уплотнения. В зависимости от способа распределения материала при укладке слоя объемная масса асфальтогранулята находится в пределах от 1,4 до 1,8 т/м³. Наиболее широко при устройстве слоев находят асфальтогранулят фракции 5-20 мм, объемная масса которого при укладке составляет порядка 1450 т/м³, максимальная плотность равняется 2450 кг/м³. При распределении и укладке слоя материала происходит его уплотнение, которое характеризуется коэффициентом предварительного уплотнения. Величина предварительного уплотнения зависит от свойств материала и средств механизации, так устройство слоя с использованием землеройно-транспортных машин обеспечивает коэффициент предварительного уплотнения асфальтогранулята в пределах 0,76-0,87. При работе уплотняющих машин за счет возникновения деформации слоя материала его плотность увеличивается, что способствует повышению прочности уплотняемого слоя [1-4].

По результатам экспериментальных исследований [5-8] установлена зависимость плотности уплотняемого материала (ρ) от его деформации, которая определяется зависимостью:

$$\rho = 1,45e^{0,017\lambda}, \text{ т/м}^3 \quad (1)$$

где λ – деформация слоя материала, мм.

В зависимости от конструктивного решения при укладке материала толщина слоя принимается разной. Установлено, что толщина слоя влияет на предел прочности уложенного материала, что необходимо учитывать при выборе уплотняющих машин. По результатам проведенных исследований установлены пределы прочности слоя асфальтогранулята от толщины укладываемого слоя. Полученные результаты представлены в табл. 1.

Таблица 1
Значения предела прочности слоя асфальтогранулята (МПа) в зависимости от его состава и толщины при укладке

№ фракции	Фракция, мм	Толщина слоя, м			
		0,05	0,10	0,15	0,20
1	5-10	1,7	1,6	1,5	1,4
2	10-20	2,0	1,85	1,7	1,6
3	5-20	2,2	2,0	1,9	1,8
4	20-40	2,3	2,1	2,0	1,9

Из представленных данных видно, что предел прочности зависит как от гранулометрического состава асфальтогранулята, так и от толщины укладываемого слоя. С увеличением размера фракции предел прочности возрастает, что объясняется изменением структуры материала слоя при уплотнении. В качестве примера на рис. 1 представлена зависимость предела прочности для слоя толщиной 0,05 м в зависимости от гранулометрического состава материала.

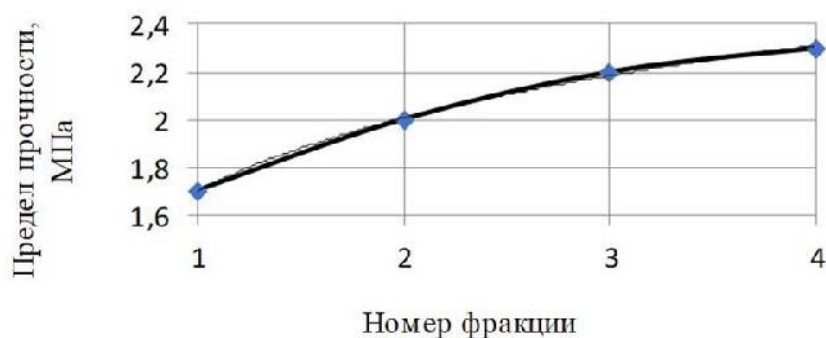


Рисунок 1 – Зависимость предела прочности слоя асфальтогранулята от гранулометрического состава

Численное значение предела прочности слоя для фракции 5-10 мм в зависимости от гранулометрического состава определяется по формуле:

$$\sigma_{np} = 0,439 \ln N + 1,7, \text{ МПа} \quad (2)$$

где N – номер фракции.

Для установления общей закономерности влияния гранулометрического состава асфальтогранулята на предел прочности представим данные в табл.2 в относительных величинах, принимая условно предел прочности каждого слоя при толщине равной 0,05 м за единицу.

Таблица 2

Влияние гранулометрического состава асфальтогранулята на предел прочности при разной толщине слоя в относительных величинах

Номер фракции	Размер фракции, мм	Толщина слоя при укладке, м				$\Sigma n/n$
		0,05	0,10	0,15	0,20	
1	5-10	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
2	10-20	1,176	1,156	1,333	1,142	1,151
3	5-20	1,294	1,250	1,266	1,286	1,274
4	20-40	1,353	1,313	1,333	1,357	1,339

Из данных табл.2 видно, что гранулометрический состав асфальтогранулята независимо от толщины слоя влияет на предел прочности. Обозначим принятую величину коэффициентом, учитывающий влияние гранулометрического состава асфальтогранулята на его предел прочности (K_ϕ), см. рис.2.

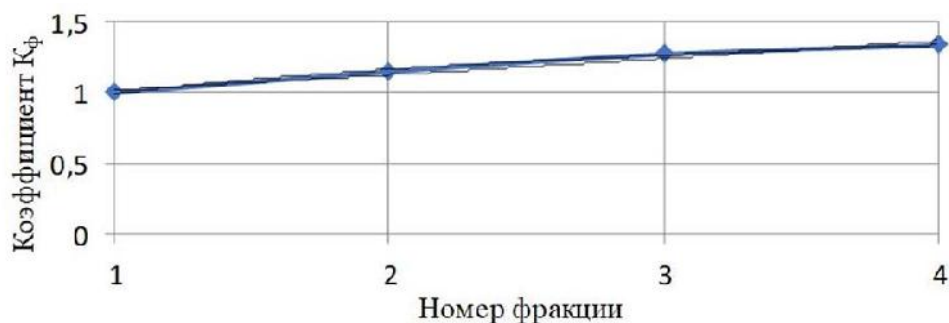


Рисунок 2 – Зависимость коэффициента влияния гранулометрического состава на предел прочности слоя из асфальтогранулята

Численное значение коэффициента влияния гранулометрического состава на предел прочности определяется по формуле:

$$K_\phi = 0,248 \ln N + 0,99, \quad (3)$$

где N – номер фракции.

Для уточнения влияния толщины слоя асфальтогранулята при укладке представим данные в табл.3 в относительных значениях, принимая условно предел прочности для фракций толщиной 0,05 м за единицу. Обозначим принятую величину коэффициентом влияния толщины слоя на предел прочности (K_n).

Таблица 3

Влияние толщины слоя на предел прочности слоя из асфальтогранулята в относительных величинах

Номер фракции	Размер фракции, мм	Толщина слоя при укладке, м			
		0,05	0,10	0,15	0,20
1	5-10	1,0	0,94	0,88	0,82
2	10-20	1,0	0,91	0,86	0,82
3	5-20	1,0	0,92	0,85	0,80
4	20-40	1,0	0,91	0,87	0,83
	$\Sigma n/n$	1,0	0,92	0,86	0,82

Из представленных данных видно, что изменение толщины слоя при укладке влияет на предел прочности уложенного слоя, независимо от гранулометрического состава материала. Зависимость коэффициента K_n от толщины слоя представлена на рис.3.

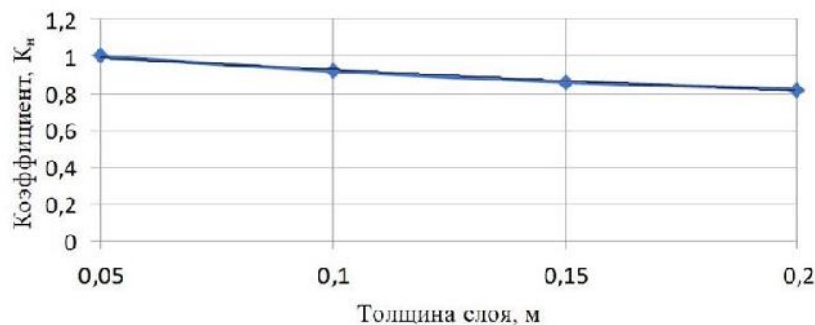


Рисунок 3 - Зависимость коэффициента влияния толщины слоя на предел прочности слоя из асфальтогранулята

Численное значение коэффициента влияния толщины слоя на предел прочности определяется по формуле:

$$K_n = 1,05 e^{-1,326h}, \quad (4)$$

где h - толщина слоя, м.

Учитывая вышеизложенное значение предела прочности слоя из асфальтогранулята независимо от его гранулометрического состава и толщины при укладке с достаточной точностью для практических расчетов можно определить по формуле:

$$\sigma_{np} = 1,785K_\phi K_n, \text{ МПа} \quad (5)$$

Установлено, что относительная погрешность при определении предела прочности слоя из асфальтогранулята находится в пределах 5%.

Список использованных источников

1. Алексиков, С. В. Уплотнение асфальтобетонных покрытий городских дорог : науч.-практ. рекомендации [Текст] / С. В. Алексиков, А. А. Ермилов. - Волгоград : Изд-во ВолгГАСУ, 2014. - Режим доступа, : <http://www.vgasu.ru/publishing/on-line>
2. Ермилов, А. А. Анализ технологий уплотнения асфальтобетонных покрытий автомобильных дорог [Текст] / А. А. Ермилов, С. В. Алексиков // . - Полтава : ПолмНТУ, 2013. - С. 14-19
3. Пермяков, В. Б. Эффективность уплотнения асфальтобетонных смесей в дорожных покрытиях [Текст] / В. Б. Пермяков // Строит. материалы. - 2005. - № 10. - С. 8–10
4. Уплотнение и укладка дорожных материалов. Теория и практика компании Дунарас [Текст] : учеб. / А. З. Апарцев, [и др.] ; под ред. М. П. Костельова. - 2. изд. - Санкт Петербург : Тест-Принт, 1995. - 85 с.
5. Сенибабнов С.А. Определение реологических характеристик асфальтогранулята при устройстве слоев дорожной одежды / С.А. Сенибабнов, К.А. Андрианов, А.Ф. Зубков, А.А. Кузнецов // Вестник ПГУАС: строительство, наука и образование. - 2021. - № 1 (12). - С. 37-42.
6. Абанкин, А.А. Технология устройства слоев из асфальтогранулята для укрепления обочин автомобильных дорог / А.А. Абанкин, С.А. Сенибабнов, А.Ф. Зубков // В сборнике: Современные проблемы материаловедения. Сборник научных трудов III Всероссийской (национальной) научно-практической конференции, посвященной памяти д.т.н., профессора, академика Российской академии архитектуры и строительных наук Е.М. Чернышова. Липецк, 2022. С. 146-152.

7. 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, A.F. Zubkov, K.A. Andrianov, P.V. Monastyrev // Journal of applied engineering science. Издательство: Institut za Istrazivanja I Projektovanja u Privredi Том: 18Номер: 2 Год: 2020. – С. 192-197.
8. 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.
9. Zubkov, A.F. Influence of the load on the modulus of elasticity of the asphalt granulate layer during the restoration surface of the road construction pavement / A.F. Zubkov, L.S. Zarapina, K.A. Andrianov // Russian Journal of Building Construction and Architecture. 2022. № 1 (53). P. 69-79.

УДК 365.262.2

67.29.29: Жилые здания

ОЦЕНКА ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ДОХОДНОЙ НЕДВИЖИМОСТИ В ИНВЕСТИЦИОННОМ ПРОЕКТИРОВАНИИ ОБЪЕКТОВ РЕКОНСТРУКЦИИ

Проскуракова Ольга Владимировна,

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

Букатин Илья Алексеевич,

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

Макаров Александр Михайлович,

*ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», к.т.н., доцент, доцент
кафедры «Городское строительство и автомобильные дороги»
e-mail: sascha68makarov@yandex.ru*

Инвестиционные проекты в области доходной недвижимости имеют ряд особенностей. Так, согласно ст. 130 Гражданского кодекса РФ [1] «К недвижимым вещам (недвижимость, недвижимое имущество) относятся земельные участки, участки недр, обособленные водные объекты, перемещение которых без соразмерного ущерба их назначению невозможно, в том числе леса, многолетние насаждения, здания, сооружения».

Следовательно, под доходной недвижимостью понимается совокупность жилой недвижимости, ориентированная на формирование дохода. В состав объекта доходной недвижимости входят земельный участок и расположенные на нем строения.

Строительная продукция неподвижна и территориально закреплена, т.е. каждое здание сооружается на специально отведенной площадке в соответствии с планом застройки или схемой застройки территории, что приводит к значительным расходам на транспортировку строительных материалов, конструкций, перевозку рабочих, перебазировку строительных машин, созданию временных зданий и сооружений. Продукция, необходимая для строительства капиталоемка, что обуславливает потребность в больших единовременных инвестициях на капитальные вложения, необходимость использования привлеченных инвестиционных ресурсов. Многообразие и индивидуальный характер возводимых объектов приводит к особенностям ценообразования на строительную продукцию. На каждый объект создается своя проектно-сметная документация [2], в которой учитываются все затраты на строительство. Длительный срок службы требует применения долговечных и прочных материалов, инновационных объемно-планировочных и конструктивных решений, которые впоследствии определяют качество оболочки здания для создания комфортных и экологических условий эксплуатации здания [3,4].

Длительность производственного цикла требует учета климатических и погодных факторов, местных геологических, гидрогеологических, сейсмологических условий и оказывает влияние на производительность труда, объемы строительно-монтажных работ и себестоимость продукции. Большое количество участников строительства приводит к созданию особых организационных форм в управлении процессом строительства - созданию службы генподрядчика, субподрядчика, заказчика и сложных схем финансирования и инвестирования капитала.

Реконструкция зданий по сравнению с новым строительством при определенных обстоятельствах требует меньших объемов капиталовложений, реализуется в более короткие сроки, объекты реконструкции имеют готовую развитую социально-бытовую инфраструктуру и выгодное местоположение,

что определяет высокую экономическую эффективность. Однако себестоимость строительномонтажных работ будет выше, чем для нового строительства [5]. Короткие сроки окупаемости и небольшие объемы капитальных вложений, характерные для реконструкции имеют большое значение в условиях экономической нестабильности и высокой стоимости инвестиционных ресурсов.

Объекты доходной недвижимости требуют квалифицированного управления, включающего функции организации сдачи в аренду, управления обслуживающим персоналом, планирования развития объекта. Недвижимость характеризуется фундаментальностью, т.к. в обычных условиях ее невозможно потерять, похитить или сломать. Денежные потоки, приносящей доход недвижимости, неравномерны и многообразны (начальные инвестиции, ремонт, реконструкция, реверсия капитала, потенциальный рост стоимости земли). Недвижимость может иметь разделение по имущественным правам, то есть в одном объекте несколько субъектов могут иметь разные имущественные права на земельный участок и строения, а также на отдельные элементы данных составляющих.

Объекты доходной недвижимости неоднородны и обеспечивают конкретное функциональное назначение (рынок стратифицирован), уникальны (как минимум по местоположению) и не могут служить идеальной заменой друг другу. На рынке недвижимости действует небольшое количество продавцов и покупателей, которые часто диктуют цену. Недвижимость является социально значимым товаром и одним из источников поступлений в бюджет, поэтому рынок в высокой степени регулируется органами власти. Объекты территориально закреплены (стационарны), поэтому рынки носят локальный характер. Длительные сроки производства определяют неэластичность предложения, то есть при изменении структуры, объема спроса и цен на недвижимость для достижения равновесия на рынке требуется длительное время. Информационная непрозрачность рынка, не частое участие большинства субъектов в сделках с недвижимостью, необходимость квалифицированного экономического анализа доходной недвижимости как объекта инвестиций определяют недостаточную информированность участников, что приводит к высокой дисперсии цен на объекты. Особенности рынка доходной недвижимости показывают, что он существенно отличается от рынка совершенной конкуренции.

Реализация проекта реконструкции, как правило, осуществляется в несколько этапов. Принципиальная схема реализации проекта реконструкции представлена на рисунке 1.

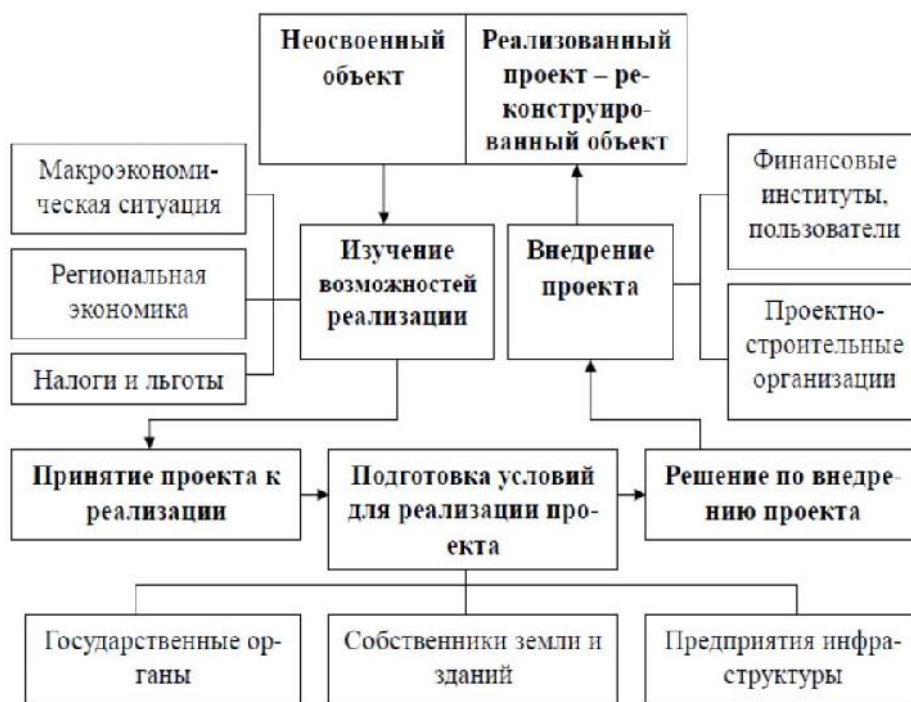


Рисунок 1 - Принципиальная схема реализации проекта реконструкции

Техническое обследование включает исследование технико-экономических показателей помещений, строения и земельного участка. Маркетинговое исследование включает исследование местоположения объекта (локального и инвестиционного климата региона в целом) и анализ конъюнктуры рынка недвижимости и составляющих его сегментов (Рисунок 2). Исследование земельного участка направлено на получение геометрических и инженерно-геологических характеристик участка, характеристик, имеющихся инженерных коммуникаций и элементов благоустройства [6].



Рисунок 2 - Схема исследования объекта доходной недвижимости

Одним из основных разделов инвестиционного проектирования является раздел финансово-экономической оценки проекта, который включает описание общего объема инвестиций финансирования проекта, эксплуатационных издержек, прогнозирование денежных потоков и коммерческую оценку проекта. Коммерческая оценка включает в себя финансовую и экономическую оценку. Финансовая оценка (финансовая состоятельность) показывает ликвидность (платежеспособность) проекта в ходе его реализации, экономическая оценка показывает привлекательность по сравнению альтернативными способами вложений.

Для обоснования экономической эффективности доходной недвижимости, создаваемой в процессе реконструкции, представляется необходимым провести анализ теоретических и практических аспектов применения существующих методик оценки эффективности инвестиций.

Для рассмотрения инвестиционного проекта с точки зрения финансовой состоятельности необходимо представлять движение денежных средств и контролировать отсутствие дефицита бюджета. В проекте должен обеспечиваться положительный остаток свободных денежных средств (нарастающим итогом) в каждом интервале планирования в течение всего действия проекта. При анализе проекта для оценки его финансовой состоятельности необходимо также определять показатели платежеспособности, финансовой устойчивости, рентабельности. Такая комплексная оценка проекта позволяет рассматривать эффективность инвестиций в нескольких плоскостях в зависимости от приоритетов инвестора и возможных вариантов развития проекта.

Оценки эффективности инвестиций в проекте реконструкции зданий под «доходные» дома и эксплуатация доходного дома позволяет ответить на вопрос, будут ли привлечены частные инвесторы к подобным проектам и, как местным органам власти взаимодействовать с частными инвесторами при решении вопросов реконструкции зданий первого этапа индустриального домостроения под «доходные» дома с участием бюджетных средств и с учетом государственной поддержки [9-12].

Для оценки экономической эффективности инвестиционного проектирования возьмем в качестве примера один из проектов реконструкции дома серии 1-447С-38 с надстройкой 5-го этажа под «доходный» дом. Наиболее востребованными будут являться однокомнатные квартиры и квартиры-студии, в которых смогут комфортно проживать такие категории граждан как студенты, молодые семьи без детей, приезжие рабочие, одинокие люди и пенсионеры. После реконструкции квартиры будут отвечать всем современным планировочным и санитарно-гигиеническим требованиям.

Одним из этапов оценки является формирование исходных данных: технических, экономических и рыночных параметров проекта. Заданные технические параметры здания приведены в табл. 1.

Таблица 1

Технические характеристики здания

Наименование параметра	Содержание параметра
Общая площадь земельного участка, м ²	1371
Общая площадь здания, м ²	1897,5
Общая площадь, подлежащая обслуживанию в том числе, м ² :	1676,9
жилые помещения	1321,6
нежилые помещения	355,30
Количество квартир	32

Будем считать, что в доходном доме сдаваться в аренду будут 32 квартиры разной площади и 4-х разных объемно-планировочных решений: 8 квартир-студий, 24 однокомнатные квартиры приблизительно одинаковой площади, а также 2 нежилых помещения. Распределение площадей квартир и нежилых помещений представлено в таблице 2.

Таблица 2

Распределение площадей квартир и нежилых помещений				
Наименование помещения	Кол-во комнат	Площадь, м ²	Кол-во помещений в доме	Общая площадь, м ²
Квартира №1	1 (студия)	31,2	8	249,6
Квартира №2	1	44,2	8	353,6
Квартира №3	1	45,5	8	364
Квартира №4	1	44,3	8	354,4
Торговое помещение №1	-	177,7	1	177,7
Торговое помещение №2	-	177,6	1	177,6
Всего				1676,9

Стоимость аренды включает в себя содержание помещений общего пользования, оплата услуг ресурсоснабжающих организаций осуществляется дополнительно по индивидуальным приборам учета и общедомовому прибору учета тепловой энергии.

Заданные экономические параметры проекта реконструкции и эксплуатации доходного дома приведены в табл. 3.

Таблица 3

Экономические параметры проекта реконструкции и эксплуатации доходного дома	
Наименование параметра	Показатель параметра
Стоимость реконструкции дома с надстройкой 5-го этажа и отделкой квартир типа «эконом»	56 849 157 руб. (33 900 руб./м ²)
Стоимость выкупа квартир	51 448 800 руб. (39 000 руб./м ²)
Затраты инвестора на реконструкцию и оборудование помещений доходного дома в расчете на 1 м ² (себестоимость реконструкции и оборудования доходного дома)	72 900 руб./м ²
Балансовая стоимость здания, мебели, оборудования	112 925 957 руб.
Затраты на управление и эксплуатация доходного дома, %	0,6
Начальное значение параметра заполнения доходного дома, в долях единиц (должно быть достигнуто в 1-ый год реализации проекта)	0,9
Среднегодовой процент повышения параметра заполнения, %	8
Норма рентабельности проекта, в долях единиц	0,12

Заданные рыночные параметры проекта реконструкции и эксплуатации доходного дома приведены в табл. 4.

Таблица 4

Рыночные параметры проекта реконструкции и эксплуатации доходного дома	
Наименование параметра	Показатель параметра
Продолжительность расчетного периода	20 лет
Продолжительность шага расчета	1 год
Норма дисконта	12%
Налог на имущество	2,2 %
Способ расчета амортизационных отчислений	Линейный
НДС на жилые помещения	Не взимается
НДС на жилые помещения	20 %
Срок ввода основных средств в эксплуатацию	Следующий после завершения строительства здания год

Исходя из вышесказанного можно сделать следующие выводы. Денежные доходы населения Тамбовской области в расчете на душу населения в январе 2020 года составляют 27 615 руб., а средняя заработная плата – 28 550 руб. [8]. Следовательно, необходима разработка механизма льготного налогообложения инвестиционных проектов данного типа и иных экономических рычагов, стимулирующих инвестиционную активность в данной сфере. Однако даже в этом случае, инвестиционные проекты данного типа не могут быть отнесены к категории высокоприбыльных. С учетом существующей экономической ситуации в стране и влияния макроэкономических факторов точка безубыточности проектов отодвигается и можно рассчитывать лишь на постепенный возврат вложенных инвестиций. Кроме того, реализация данного инвестиционного проекта потребует внесения изменений в существующую законодательную базу, связанную со спецификой устройства и эксплуатации арендного жилья.

На основании экономической оценки эффективности реконструкции жилых домов первых массовых серий под доходные дома на примере жилого здания серии 1-447С-38 в г. Тамбове установлено, что экономическая привлекательность данного инвестиционного проекта для частных инвесторов возможна лишь с привлечением государственных средств и разработки системы льгот для частных инвесторов.

Список использованных источников

1. Гражданский кодекс Российской Федерации (Часть 1) от 30.11.1994 № 51-ФЗ (ред. от 01.03.2013) / Собрание законодательства РФ. - 1994.
2. Черняк, Д.В. Оценка городской недвижимости. - М.: Русская деловая литература, 1996. – 272 с.
3. Макаров, А.М. Особенности капитального ремонта жилых зданий массовой застройки 60-х годов города Тамбов / А.М. Макаров, В.М. Сафонова // В сборнике: Устойчивое развитие региона: архитектура, строительство, транспорт. Материалы 6-ой Международной научно-практической конференции, посвящённой 40-летию юбилею Института архитектуры, строительства и транспорта ТГТУ, 2019. - С. 460-462.
4. Шубин, И.Л. Качество оболочки здания - основа экологически безопасной среды жизнедеятельности / И.Л. Шубин, Н.П. Умякова, И.В. Матвеева, К.А. Андрианов // Жилищное строительство. 2019. №6. - С. 10-15.
5. Дегтяренко, В.Н. Оценка эффективности инвестиционных проектов. – М.: «Экспертное бюро – М», 1997. – 144 с.
6. Харрисон Генри С. Оценка недвижимости: Уч. пос. Пер. с англ. – М.: РИО Мособлупрполиграфиздата, 1994. – 231 с.
7. Теория статистики: учебник / Под. ред. Шмойловой Р.А. – М.: Финансы и статистика, 1998. - 576с.
8. Официальный сайт Федеральной службы государственной статистики. Статистика величины дохода населения [Электронный ресурс]: gks.ru. - Режим доступа: http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_main/rosstat/ru/statistics/finance/.
9. Леденев, В.И. Выбор способов усиления конструкций при реконструкции и капитальном ремонте зданий: монография для научных и инженерно-технических работников, аспирантов, магистрантов и студентов строительных специальностей / В.И. Леденев, П.В. Монастырев, И.В. Матвеева, К.А. Андрианов. - Тамбов, 2016. – 97 с.
10. Аленичева, Е.В. Формирование доходной недвижимости: опыт и перспективы / Е.В. Аленичева, А.И. Кожухина // В сборнике: Современная наука: теория, методология, практика. Материалы 2-ой Всероссийской (национальной) научно-практической конференции, 2020. - С. 259-261.
11. Кожухина, О.Н. Доходная недвижимость как способ решения проблемы обеспечения населения доступным жильем / О.Н. Кожухина, А.И. Кожухина // В сборнике: Устойчивое развитие региона: архитектура, строительство, транспорт. Материалы VII-ой Международной научно-практической конференции, 2020. - С. 141-145.
12. Проскурякова, О.В. Анализ современного состояния рынка арендного жилья в мировой и отечественной практике / О.В. Проскурякова, К.А. Андрианов // В сборнике: Устойчивое развитие региона: архитектура, строительство и транспорт. Материалы VIII-ой Международной научно-практической конференции, 2021. - С. 239-242.

ХРАНЕНИЕ И ТРАНСПОРТИРОВКА ВЕЩЕСТВ В НЕМЕТАЛЛИЧЕСКИХ РЕЗЕРВУАРАХ: КОНСТРУКЦИИ И ОСОБЕННОСТИ

Абрамов Михаил Сергеевич,

*ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», магистрант,
e-mail: mikhail_abr37@mail.ru*

Галкин Павел Александрович,

*ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», доцент кафедры
«Механика и инженерная графика»
e-mail: galkin.pa@mail.tstu.ru*

Для хранения и транспортировки щелочи, кислот, топлива, различных химикатов, технической воды и удобрений применяются полиэтиленовые резервуары. Также пластиковые емкости нашли широкое применение в хранении питьевой воды и пищевых продуктов. Тара имеет низкую стоимость, так как ее изготовление происходит простым методом ротационного формования из недорогого материала.

Резервуары и емкости из полиэтилена применяются в различных промышленных областях химической, металлургической и нефтеперерабатывающей отрасли, также используются в сельском хозяйстве для запасов питьевой воды и для противопожарных нужд.

Размеры конструкции и ширина стенок резервуара зависят от места и способа эксплуатации. Такие емкости могут быть оснащены дополнительным оборудованием таким как: отводы, фитинги, задвижки, воздушные клапаны или насосной аппаратурой.

Полиэтиленовая продукция отлично переносит суровые климатические условия и резкие перепады температуры, не подвергается воздействию ультрафиолетового излучения и не изменяет физических и химических свойств содержимого.

В зависимости от назначения, изготавливают вертикальные, горизонтальные и квадратные резервуары. Форма каждого резервуара имеет свои преимущества – например, горизонтальные емкости из полиэтилена отличаются устойчивостью, поэтому подходят для установки на плоскости, резервуары квадратной формы и баки используют в ограниченных пространствах.



Рисунок 1 – Вертикальные неметаллические емкости

Вертикальные емкости нашли свое применение в длительном хранении горюче-смазочных материалов, также они широко используются для хранения и перевозки пищевых продуктов, масел, химических жидкостей, кислот и ядохимикатов.

Получать данные бесшовные полиэтиленовые емкости удается из пищевого, химически нейтрального пластика малой и средней плотности путем ротационного формования. С помощью данного способа в итоге получают надежную и герметичную тару, емкостный объем которой колеблется от 100 до 20 000 литров, кроме того уникальные свойства материала позволяют использовать готовые изделия при температуре от -40 до +60°C [4].

Вся готовая тара имеет широкую горловину, размеры которой позволяют проводить легкую очистку внутренней поверхности. Наличие штуцера дает возможность соединить бак с насосом или другим имеющимся оборудованием. Еще одним положительным моментом применения полиэтилена будет стойкость к ультрафиолетовому излучению.



Рисунок 2 – Горизонтальные неметаллические емкости

Емкости горизонтального типа представляют собой тару высокой прочности, объемы которой колеблются от 100 до 5 000 литров, все они оснащены широкой горловиной с завинчивающейся крышкой и водоотводом от 0,5 до 2,0 дюйма, который предоставляет возможность соединить резервуар с насосом или другим оборудованием.

Форма конструкции позволила добиться особой устойчивости, такое преимущество резервуара сделало его популярным у потребителей. Горизонтальные емкости используют для хранения пищевых, промышленных, сыпучих, гранулированных жидкостей, а также порошкообразных и сыпучих материалов.

Полиэтиленовые емкости обладают повышенной прочностью, которую им придают ребра жесткости, поэтому изделия нашли применение в качестве подземных и наземных резервуаров для накопления воды на дачных участках и в частных домовладениях.

Емкости большого объема до 5 000 литров используют для удобной транспортировки питьевой воды, баки меньшего объема до 2-3 тысяч литров применяют для сбора и хранения дождевой воды. Широкое применение данные резервуары нашли в сельскохозяйственной отрасли, так как обладают большим числом преимуществ.



Рисунок 3 – Квадратные неметаллические емкости

Емкости квадратной формы являются универсальными, так как с их помощью можно сэкономить на пространстве в небольших помещениях. Также форма резервуаров позволяет осуществлять экономичную транспортировку больших объемов жидкости. Если вам необходимо грамотное использование пространства, то квадратные емкости являются лучшим решением [1].

Классификация резервуаров по используемому материалу, из которого изготавливаются резервуары и различные ёмкости можно разделить на:

- каменные резервуары;
- железобетонные резервуары;
- полимерные емкости;
- синтетические емкости;
- металлические емкости.

Металлические емкости производят, в основном, из низкоуглеродистой стали, алюминия или нержавеющей стали. Самый главный недостаток стальных емкостей – это ограниченный срок службы. Также имеют место нарушения герметичности сварных швов в процессе использования этих резервуаров и низкая антикоррозионная стойкость. Для того, чтобы увеличить коррозионную стойкость внутренней

поверхности металлических резервуаров, ее покрывают специальными полимерными пленками или оцинковывают, а внешнюю покрывают либо полимерами, либо защитными красками. Можно сказать, что емкость из нержавеющей стали или пищевого алюминия лишены этих недостатков, но стоят они гораздо дороже. Материалом для изготовления полимерных резервуаров служат поливинилхлорид, полипропилен, различные композиты. Самым главным достоинством резервуаров из таких материалов является высокая долговечность, низкая масса и удобство эксплуатации. А недостатками можно назвать низкую термостойкость и низкую стойкость к воздействию повышенного давления.

Также резервуары отличаются по типу хранимого продукта. Так выделяют:

- резервуары для химических продуктов;
- резервуары для нефтепродуктов;
- резервуары для пищевых жидкостей;
- резервуары для воды.

Также емкости и резервуары можно разделить по конечной цели применения:

- резервуары отстойники;
- резервуары для длительного хранения;
- резервуары для транспортировки;
- резервуары для непрерывного выполнения технологических операций;
- резервуары, снабженные дополнительными устройствами.

Самым распространенным типом резервуаров является резервуар для длительного хранения. Основное предназначение таких резервуаров хранить без потери качества жидкости, для которых эти резервуары сооружались. Резервуары и емкости также подразделяются по геометрической форме, то есть по конструкции. Их можно разделить на:

- цилиндрические;
- прямоугольные или многоугольные;
- шарообразные;
- имеющие сложную геометрическую форму.

Так же резервуары подразделяются по месту установки:

- надземные;
- подземные;
- полуподземные;
- подводные.

Все резервуары могут использоваться под различным давлением и их условно можно разделить на резервуары с низким давлением, с высоким давлением. По температуре выделяют резервуары, которые используются при температуре окружающего воздуха и те, которые используются с дополнительным подогревом или изотермические резервуары. Кроме того, все емкости и резервуары делятся на стационарные и передвижные [2].

Отдельное внимание уделяется таре для хранения пищевых продуктов. Она является универсальной ввиду наличия герметично закрывающейся крышки, достаточной вместимости и плоского дна, для устойчивости емкости при перевозке или хранении.

Тары кубической формы, благодаря квадратной форме основания устойчивы на поверхностях. Пересечения боковых поверхностей со скруглением дают возможность быстрого механического очищения тары от вязких продуктов, усеченная форма дает возможность хранить большое число пустых емкостей при минимально занимаемом месте в помещении хранения. Верхняя крышка с выштамповкой дает возможность установки друг на друга заполненных емкостей без возможности их смещения друг относительно друга в горизонтальной плоскости.

Тара цилиндрической формы используется для хранения пищевых продуктов, но в отличие от кубической тары, обладает меньшей прочностью, долговечностью и вместимостью. Как правило, полиэтиленовые емкости кубической формы изготавливаются для транспортировки большего объема и массы продуктов, нежели цилиндрические.

Призматические емкости схожи с кубическими, но имеют гораздо меньшую вместимость.

Рассмотренные виды емкостей для хранения пищевых продуктов, и все они имеют как сходства, так и различия между собой.

Отличительные черты данных емкостей перечислены ниже:

- небольшая масса;
- эргономичность (принцип «матрешки»);
- геометрическая форма основания, обеспечивающая устойчивость ёмкости;
- прочность;
- обеспечение максимального коэффициента вместимости при транспортировке грузовым транспортом.

Исходя из всех выше перечисленных свойств можно утверждать, что наиболее оптимальной формой пищевых емкостей является усеченная призма (кубические емкости). Это форма, во-первых, позволяет обеспечить плоское и надежное основание для самой емкости, во-вторых, емкости можно складывать друг в друга для упрощения перевозки пустой тары, в-третьих, данная форма ёмкости позволяет устанавливать их в несколько рядов, что позволяет увеличить коэффициент вместимости, при перевозке продуктов грузовым транспортом [3].

Таким образом форма усечённой призмы является оптимальным решением для емкостей в целях перевозки пищевых продуктов, но существующие конструкции имеют некоторые недостатки. Качество материала, из которого изготавливаются ёмкости, позволяет снизить себестоимость их изготовления, но уменьшает долговечность, износостойкость и прочность. Схема или механизм закрепления крышки на емкости с одной стороны достаточно простой, и обеспечивает оптимальную герметичность, но недолговечна и неудобна в использовании.

Подытоживая все вышесказанное можно предположить, что, сохранив данную форму и улучшив некоторые конструктивные особенности данных емкостей, можно получить более удобную емкость с сохранением уже имеющихся ее достоинств. Необходимые конструктивные изменения могут состоять из: устройства дополнительных ребер жесткости, которые будут служить также ограничителем укладывания емкостей одна в одну, а также для более удобного их растаривания; устройства в верхней части емкости эргономичных ручек для возможности переноски.

Список использованных источников

1. Полиэтиленовые емкости // РегионПромПласт : сайт. Курск, 2022. URL: <https://kursk.euplast.ru/polietilenovyye-emkosti/> (дата обращения: 21.02.2022).
2. Классификация емкостей – резервуаров производства «Машинопромышленное объединение» // МашПром-Эксперт (Санкт-Петербург) : сайт. Санкт-Петербург, 2022. URL: <http://www.mpoltd.ru/poleznoe/169-klassifikatsiya-emkoste-j-rezervuarov.html> (дата обращения: 28.02.2022).
3. Стальные, полиэтиленовые и полимерные резервуары: преимущества и сферы применения // ООО «СкайПром» : сайт. Москва, 2022. URL: <https://skyprom.ru/news/stalnye-polietilenovye-i-polimernye-rezervuary-pre/> (дата обращения 01.03.2022).
- 4/ Кобзев, Д. Е. Исследование изменения свойств полимерных композиционных материалов, применяемых в качестве покрытий электротехнического назначения, при введении модифицирующих добавок / Д. Е. Кобзев, Ю. Е. Глазков, С. Н. Хабаров // 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. 164-167.

УДК 67.05
55.39.37: Насосостроение

ПРИМЕНЕНИЕ И СПОСОБ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ КОНСТРУКЦИИ ЖИДКОСТНОКОЛЬЦЕВОГО ВАКУУМНОГО НАСОСА

Галкин Павел Александрович,

*ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», кандидат технических наук,
доцент кафедры «Механика и инженерная графика»
e-mail: galkin.pa@mail.tstu.ru*

Абрамов Михаил Сергеевич,

*ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», магистрант,
e-mail: mikhail_abr37@mail.ru*

Арестов Александр Николаевич,

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

Жидкостнокольцевые машины (далее – ЖКМ) относятся к классу объемных машин прямого сжатия и получили распространение в различных отраслях промышленности как вакуумные насосы (да-

лее – ЖВН) и компрессоры (далее – ЖК). Часто ЖКМ называют водокольцевыми, т.к. преимущественно в них применяется вода, а иногда – машинами с жидкостным поршнем.

В настоящее время исследователи, занимающиеся проблематикой совершенствования процесса (повышения эффективности) работы агрегата, продолжают активное исследование данных машин, однако и по сегодняшний день в технической литературе недостаточно информации, посвященной данному оборудованию. Основными трудностями при изучении выступают:

- 1) сложность рабочего процесса (технические среды находятся в разных агрегатных состояниях);
- 2) отсутствие теоретических исследований рабочего процесса.

Для определения оптимальных конструктивных параметров, а также исследования рабочего процесса требуется проведение экспериментальных исследований с целью получения необходимых данных [1, с. 3].

Прежде чем более подробно рассмотреть преимущества и недостатки ЖВН, а также перейти к обзору технических решений, призванных повысить производительность, следует более детально обратить внимание на конструкцию насоса и его принцип работы. На рисунке 1 демонстрируется устройство машины [2]. Помимо отсутствия «трущихся» деталей, что многократно повышает надежность данных машин, такое оборудование хорошо зарекомендовало себя по причине простоты конструкции и, следовательно, высоким ресурсом работы.

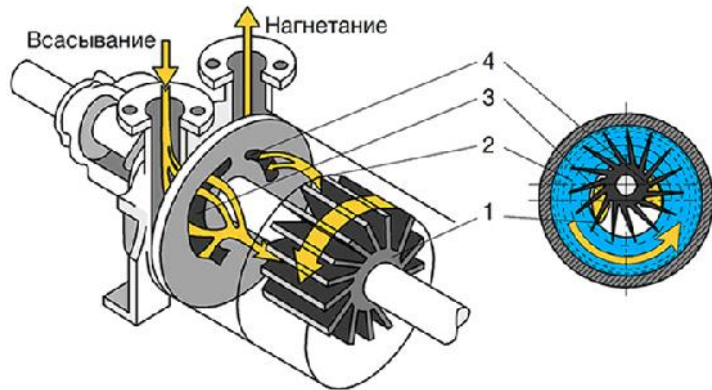


Рисунок 1 – Схема внутреннего устройства ЖКМ:

1 – рабочее колесо, 2 – жидкостное кольцо, 3 – всасывающее окно, 4 – нагнетательное окно

Насос работает следующим образом. Рабочее пространство заполняется жидкостью до некоторого уровня. В момент пуска и начала работы, вращающееся рабочее колесо 1 образует жидкостное кольцо 2. Так как рабочее колесо смещено от оси корпуса на некоторый эксцентриситет, то при работе, одна его часть погружена в жидкость, а другая выходит из нее не полностью. При «выходе» лопаток из рабочей жидкости образуется свободный объем и через всасывающее окно 3 происходит всасывание газа в пространство между лопатками, называемое ячейкой рабочего колеса. При вращении рабочего колеса 1 газ сжимается жидкостным кольцом 2 и вытесняется из насоса через нагнетательное окно 4. Стоит отметить, что при сжатии газа повышается температура жидкостного кольца, поэтому необходимо обеспечить поступление в насос жидкости с меньшей температурой. Работоспособность агрегата обеспечивает электродвигатель, установленный на горизонтальной раме вместе с насосом, соединенные между собой посредством упругой муфты, закрытой кожухом.

К основным преимуществам ЖВН относят:

- 1) простота конструкции (отсутствие избыточного количества деталей)
- 2) низкий уровень шума;
- 3) невысокая стоимость изготовления и обслуживания;
- 4) возможность работы с газами, содержащими механические примеси.

Основные недостатки:

- 1) относительно низкий вакуум;
- 2) высокие энергозатраты на вращение жидкостного кольца;
- 3) относительно низкий КПД (в особенности ЖК) [1].

Жидкостнокольцевые вакуумные насосы применяются в следующих отраслях промышленности:

- а) химическая промышленность (процесс массообмена между сжимаемым газом и жидкостью, растворение и сорбирование вредных газов и жидкостей);
- б) в металлургии (плавка и переплавка металлов, сверхчистые вещества и кристаллы для лазеров);
- в) в машиностроении (электронно-лучевая и диффузионная сварка);
- г) в медицине и фармации (установки для проведения хирургических операций);
- д) в производстве стройматериалов (дегазация глин и керамики и т.д.).

В некоторых производствах данные насосы могут быть единственно применяемым оборудованием [1]. Настоящий факт обосновывает актуальность проведения научных исследований в области совершенствования ЖВН для снижения отрицательного воздействия имеющихся недостатков на работу агрегата.

При проведении поиска современных технических решений, способных решить известные проблемы эксплуатации таких машин, были обнаружены научные работы и полезные модели, при внедрении которых могут быть устранены сразу несколько известных немаловажных недостатков, однако, не главный – высокие энергозатраты в момент пуска. В научной литературе известна конструкция ЖКМ с вращающимся корпусом (рис. 2), где в неподвижном корпусе вращается полый цилиндр, а внутри него – рабочий ротор. При работе, число оборотов ротора и цилиндра могут либо одинаковыми, либо несколько различаться [1].

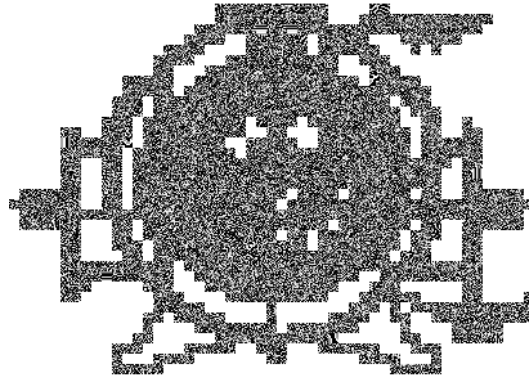


Рисунок 2 – ЖКМ с вращающимся корпусом

Такое решение может обеспечить получение более высокой степени сжатия и снижения гидравлических потерь. Степень повышения давления в такой машине, относительно поршневой, является значительно выше по нескольким причинам – непосредственный контакт сжимаемой среды и жидкости в полый цилиндре, а также отсутствие масла в рабочей полости (устранение возможности возникновения взрыва в процессе сжатия). Тем самым, проработка конструкций с вращающимся корпусом является на сегодня актуальным вопросом совершенствования машин объемного сжатия.

Другим техническим решением, позволяющим снизить не только энергозатраты, но и потери мощности является конструкция, представленная на рис. 3 [3, 4].

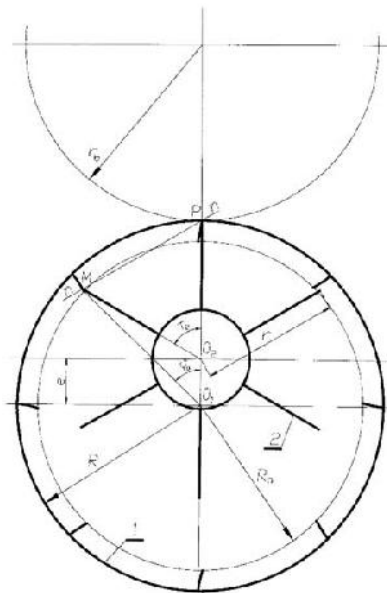


Рисунок 3 – Поперечный разрез ЖВН:
1 – вращающийся приводной корпус; 2 – рабочее колесо

В данном случае особенность заключается в обеспечении вращения не только рабочего колеса, но и корпуса насоса, посредством обеспечения зацепления между импеллером и лопатками, расположен-

ными на корпусе, форма которых определяется непрерывностью взаимодействия и постоянством передаточной функции. Помимо прочего, это позволит повысить КПД за счет снижения возникающих динамических нагрузок, а также обеспечить стабилизацию формы жидкостного кольца.

Номенклатура современных производителей включает широкий спектр оборудования. Оно может отличаться по конструкции, производительности, используемым конструкционным материалам. Однако, все выпускаемые на данный момент машины имеют статичный корпус, что приводит к появлению высоких энергозатрат и прочим негативным явлениям, снижающим эффективность работы.

Как отмечалось ранее, основным недостатком применения ЖВН в технологических процессах различных отраслей промышленности остается высокое энергопотребление в момент начала работы и образования жидкостного кольца. Таким образом, проведение научных исследований и последующее совершенствование существующих конструкций является актуальным вопросом для данного класса машин. В настоящее время, производимое оборудование отвечает всем необходимым требованиям, предъявляемым к нему, но имеющиеся недостатки в некоторой степени снижают эффективность их использования, что в свою очередь, предопределяет дальнейшее проведение исследований в данной области и поиск новых технических решений для повышения эффективности эксплуатации такого оборудования.

Список использованных источников

1. Райзман, И.А. Жидкостнокольцевые вакуумные насосы и компрессоры. – Казань: 1995. – 258 с.
2. Водокольцевые вакуумные насосы – конструкция, монтаж, назначение: сайт ООО «ЦЕХ». – 2022 [Электронный ресурс]. Дата обновления: 13.08.2021. URL: <https://cheboksary.vakuumsch.ru/vodokolcevye-vakuumnye-nasosy-konstrukcija-montazh-naznachenie> (дата обращения: 12.03.2022).
3. Жидкостно-кольцевая машина : пат. 2492360 Рос. Федерация. № 2011144960/06 / Галкин П.А ; заявл. 07.11.2011 ; опубл. 10.09.2013, Бюл. № 25. 5 с.
4. Глазков, Ю. Е. Типаж и эксплуатация технологического оборудования : Учебное пособие / Ю. Е. Глазков, А. В. Прохоров, Н. В. Хольшев. – Тамбов : Тамбовский государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2015. – 81 с. – ISBN 978-5-8265-1400-9.

УДК 656.1

73.31.41: Техническая эксплуатация и ремонт средств автомобильного транспорта. Автосервис

АНАЛИЗ МЕТОДИК РАСЧЕТА ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК РАМНЫХ КОНСТРУКЦИЙ СРЕДСТВ ТРАНСПОРТА

Доровских Дмитрий Владимирович,

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 Анатолий Александрович,

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 Дмитрий Александрович,

ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет» - магистрант, ул. Мичуринская, 112, корп. Д, г. Тамбов, Тамбовская область, 392032, Россия

Эксплуатация автомобильного транспорта постоянно сочетается с необходимостью противодействия влиянию как прогнозируемых так и не прогнозируемых нагрузок. При этом часто нагрузки и соответствующие внутренние напряжения концентрируются на локальных участках, которые характерны именно для этих условий эксплуатации, схем агрегатирования и тому подобное. Поэтому нередко на таких участках имеют место повреждения в виде микротрещин, деформаций и разрушений. Опыт ремонта или усиления таких участков рамных конструкций средств транспорта выявил следующие проблемы:

- неопределенность расположения участков, требующих более тщательного диагностирования при техническом осмотре средств транспорта;
- недолговечность участков конструкций рам, восстановленных по известным технологиями сварки;
- возникновение новых трещин и коррозионных повреждений, как правило, на небольшом расстоянии от отремонтированного участка, выполненных средствами сварки;
- недостаточность конкретных рекомендаций и технологий выполнения работ по усилению или ремонту поврежденных участков рам средств транспорта с учетом конструктивных особенностей и условий эксплуатации.

Проблема надежности рамных конструкций актуальна для всех видов транспорта. В России эта проблема особенно остра: грузовые автомобили, спецтехника и сельскохозяйственные машины работают в тяжелых рельефных и климатических условиях, на жестких подвесках, их основные элементы, воспринимающие нагрузки, преимущественно изготавливаются из стали.

В большинстве конструкций средств транспорта, рама - базовая сборная единица, которая вносит до 40% вклада металлоемкости всего автомобиля и значительно влияет на ресурс его работы. Ведущими факторами влияния на долговечность являются повреждения рамы трещинами и коррозией. Результатом недооценки ведущих факторов и процессов разрушения служит использование нерациональных технологических операций изготовления, технического обслуживания и ремонта рамных конструкций автомобильного транспорта. Для повышения уровня проектирования процессов ремонта необходима разработка более совершенных методов расчета, учитывающих реальные условия эксплуатации и технологию изготовления, переоборудования или предыдущего ремонта конструкций. Особенно это касается рам, изготовленных или отремонтированных с использованием процессов сварки, которая вызывает изменения структуры и физико-механических свойств материала деталей. Эти изменения до сих пор мало учитываются при разработке технологических процессов ремонта автомобильного транспорта вследствие недостаточной изученности этих вопросов, часто приводят к непредсказуемым поломкам.

Вследствие действия в процессе эксплуатации средств транспорта статических и динамических нагрузок на рамы, возникают трещины и другие повреждения на определенных локальных участках. Кроме того, не исключено повреждение рам автомобильного транспорта в результате аварий и других экстремальных воздействий. Эти участки рам требуют ремонта, который преимущественно выполняется путем установки дополнительных элементов усиления приваркой или вырезанием поврежденных и ввариванием новых на их место.

Проблемой ремонта опасных зон рамных конструкций путем установки элементов усиления, а также восстановления таких зон с зародившимися трещинами, есть опасность повреждения основного металла за счет негативных процессов, которые могут иметь место при сварке, как основного метода ремонта. К таким негативным факторам относят мощные тепловые поля от сварочной дуги, напряжения и деформации, возникающие при этом и тому подобное. Мощные тепловые поля могут вызывать в зоне термического влияния перераспределение химических элементов и рекристаллизацию материала рамной конструкции.

Самым простым подходом к определению напряженно-деформированного состояния (НДС) рам является расчет рамы как статически неопределенной балочной конструкции [1, 2].

Для приближенной оценки параметров НДС рамы, работающей на кручение (которыми являются рамы большинства современных дорожных грузовых автомобилей с открытым сечением лонжеронов и поперечин), можно воспользоваться методом В.З. Власова [3], который учитывает влияние эффекта сжатого кручения на напряженно-деформированное состояние рамы. Более современный метод расчета рам, основанный на подходе В.З. Власова, позволяет с достаточной точностью анализировать НДС только плоских рам, все элементы которых имеют одинаковую высоту. Предложенный метод характеризуется как метод расчета рам с контуром поперечного сечения [4].

Во второй половине 20-го века нашли применение алгоритмы расчета рам с предположением, что контур поперечного сечения является жестким, что позволило существенно уменьшить степень статической неопределенности модели рамы и охватить более широкий спектр вариантов конструкции. С появлением метода конечных элементов (МКЭ) и внедрением его в расчетную практику наряду с использованием ЭВМ, стали появляться модели, значительно усовершенствовавшие классические.

Ю.Н. Апанович [5] использовал для расчета рам грузовых автомобилей стержневые модели, учитывающие эксцентриситет в соединениях элементов, а также переменную жесткость элементов рамы.

Veermann H.J. [6] использовал смешанные модели для расчета автомобильных рам, метод представлял поперечины и участки лонжеронов рам между «узлами» как тонкостенные стержни, а «узлы» рам моделировал с помощью МКЭ в варианте метода сил. Исследовалось влияние податливости узлов на крутильные жесткость и напряженное состояние рам грузовых автомобилей с лонжеронами и поперечинами открытого сечения.

Удобными для исследования различных вариантов конструктивного исполнения узлов рамы оказались комбинированные методы. В [7] учитывалось влияние кузова грузового автомобиля на жесткость несущей системы при кручении, особенно для случаев податливых рам. Показано влияние поперечины замкнутого сечения, а также способа ее крепления на крутильную жесткость рамы.

Н. Oelschlager [Там же] исследовал рамы грузовых автомобилей с открытым профилем лонжеронов и поперечин с использованием смешанного метода. С использованием МКЭ (метод сил) исследовались различные способы соединения лонжеронов и поперечин рамы и влияние податливости «узлов» на напряженное состояние лонжеронов и поперечин. В работе предложен способ учета отверстий в поперечинах рамы, предназначенных для облегчения конструкции, при расчете рамы на кручение. Податливость поперечины с отверстиями определялась по МКЭ, как и податливость «узлов» рамы, а дальше использовался смешанный метод.

А. И. Голованов, В. В. Нехотяев [8] на основании результатов экспериментов показали, что характер деформирования элементов рамы большегрузного автомобиля соответствует, в основном, алгоритму на основе тонкостенных стержней В. З. Власова. Для анализа общего НДС рам автомобилей они также использовали смешанные модели.

Значительный вклад в изучение рамных автомобильных конструкций внесли расчетные и экспериментальные исследования, проводившиеся В.Н. Белокуровым и А.А. Захаровым. Кроме того, они исследовали влияние надстройки автомобиля (в частности, самосвальной платформы и надрамника) на интегральную жесткость несущей системы.

Одним из первых математиков, которые применили МКЭ, был Рихард Курант. В 1943 году он опубликовал приближенный метод решения задачи кручения Сен-Венана, используя линейную аппроксимацию функции напряжений внутри каждого из совокупности треугольных элементов [9].

Использование и развитие МКЭ рассмотрено во множестве работ. С основами метода и его технических приложений можно ознакомиться в книгах О. Зенкевича [10], Р. Галлагера [11], Л. Сегерлинда [12] и др. Вариационные принципы, на которых основывается большинство формулировок МКЭ, подробно изложены в книге К. Васидзу [13].

Моделирование рамы автомобиля, как тонкостенной оболочечной конструкции, является следствием внедрения МКЭ в расчетную практику. Однако, задача анализа оболочечных конструкций является одним из наиболее сложных классов задач механики деформирования и МКЭ. Высокая алгоритмизация, формализация и относительная простота расчетов тонкостенных оболочечных конструкций не избавляет от сложности получения достоверных результатов.

В настоящее время значительное развитие фундаментальных вопросов МКЭ и рост вычислительных возможностей ЭВМ привели к появлению коммерческих программных комплексов, реализующих МКЭ. Один из таких комплексов использован А. Ф. Дашенко [14] для оценки НДС автомобиля КамАЗ-5410.

Однако, полученные результаты по перемещениям компонентов рамы от максимальной загрузки, которые составили 0,085 - 0,09 мм, ставят под сомнение корректность модели. Причиной могло стать то, что вся конструкция рамы смоделирована как набор составляющих плоскостей, изготовленных из листовой стали, а все округления элементов не учитывались.

Отсутствие или очень ограниченное количество методических разработок по вопросу исследования НДС реальных сложных конструкций способствует росту ошибок. Таким образом, весьма актуальным становится исследование методических аспектов использования МКЭ для анализа сложных конструкций, каковыми являются рамы автотранспортных средств.

В настоящее время интенсивно разрабатывается вопрос оптимизации рам путем уменьшения их массы за счет уменьшения толщины материалов, используемых для их изготовления, и оценке НДС рам во время эксплуатации.

Так в работе [14] проведена оценка рам полуприцепов, предназначенных для перевозки цистерн с использованием программ анализа. Авторы обосновали возможность уменьшения металлоемкости рамы полуприцепа на 27,2% за счет толщины продольных и поперечных балок. Однако, в этих исследованиях авторы учитывали только статические нагрузки, что не совсем корректно по отношению к автомобильному транспорту.

Мировой опыт эксплуатации показывает, что такие ослабления рам неизбежно приводят к их изгибам при эксплуатации.

По нашему мнению, на данном этапе развития машиностроения уменьшение металлоемкости конструкций возможно путем использования более стоимостных и качественных материалов. Другой более прогрессивный способ повышения или восстановления (после поломки) эксплуатационных характеристик возможен за счет изменения профилей (сечений) основных несущих элементов рам, как на этапе производства, так и в процессе эксплуатации.

Исследование процессов разрушения, ремонта и усиления рамных конструкций транспортной техники нашли свое отражение в широкой серии научных трудов ученых: Л.А. Розина, В.Б. Проскуракова, П.П. Лукина, В.Л. Колмогорова, Г.В. Пачурина.

Для металлоконструкций различного назначения не удается обеспечить равномерность нагрузок на все участки. Эксплуатационные нагрузки вызывают протекание в материалах процессов деградации и разрушения. Отдельно нужно обратить внимание на то, что различные участки противодействуют также и различным видам деформации - изгиба или кручения и их сочетанию. Следствием этого является разная скорость истощения ресурса и появления разрушений. При этом, разрушенным оказывается небольшой процент конструкции, а остальные имеют еще значительный запас долговечности. Актуальной задачей является выявление участков конструкции с наименьшим ресурсом уже на этапе проектирования и усиления их, а в процессе эксплуатации восстановления работоспособности путем установления усилительных элементов или замены отдельных деталей. Наиболее пригодными для выполнения этих задач, как показала практика, является сварка и родственные технологии.

В современной механике твердого тела существует много формул определения скорости распространения усталостной трещины в металлах и сплавах в зависимости от условий нагрузки, воздействия внешней среды и тому подобное. Но, как показывает практика, проблема разрушения конструкционных материалов настолько сложна, что не всегда возможно формальное использование математических расчетных методов, основанных на теории упругости и сопротивления материалов. Это касается проведения ремонтных сварочных работ, приводящих к изменению структуры металла в зоне швов, которые влияют на величину и знак внутренних напряжений в сплаве, меняют показатели прочности.

На основании многочисленных исследований установлено, что процессы усталостного разрушения протекают по разным механизмам в зависимости от природы материала, вида укрепления, условий нагрузки, и обусловлены образованием дефектов и повреждений в локальных объемах материала.

Важную роль в развитии усталостных разрушений металлоконструкций играет среда и коррозионные свойства металлов и сплавов, из которых изготовлены металлоконструкции. Начальная локализация процесса усталостного разрушения вызвана существованием на поверхности металлов неоднородностей или включений, что приводит к образованию локальных коррозионно-активных участков. Следствием этого является зарождение коррозионно-механических язв, которые следует рассматривать как потенциальные концентраторы напряжений. Решающая роль в этом начальном этапе коррозионного разрушения отводится электрохимическим процессам, которые активируются механическими напряжениями.

Второй этап разрушения материала характеризуется образованием от уже существующих первых трещиноподобных дефектов, так называемых физически коротких трещин - трещин, длина которых практически не превышает расстояния между главными микроструктурными барьерами. На этом этапе процесса усталостного разрушения возрастает роль механического фактора. Дальнейший ход процесса коррозионно-механического разрушения приводит к развитию и слиянию микротрещин. После этого формируются магистральные трещины, которые развиваются преимущественно в глубь материала. Достижения ими критических размеров приводит к катастрофическому разрушению элемента конструкции.

Следует заметить, что для конкретного конструктивного элемента в зависимости от его геометрических размеров и условий эксплуатации присущи свои лимитирующие стадии процесса усталостного разрушения.

Под влиянием большого количества циклов переменной нагрузки в наиболее нагруженном или ослабленном месте металла зарождается и развивается трещина и образуется участок усталостного разрушения. При нагрузке металл детали более подвержен различным концентраторам: дефекты на поверхности, подрезы (например, на сварочных швах), участки коррозии. Процессы усталостных повреждений преимущественно начинаются с поверхностного слоя.

Исследованию усталостных трещин в рамных конструкциях средств транспорта посвящено много работ известных ученых: В.С. Гурмана, В.Е. Титаренко и других. Ими доказана связь разрушения с видом эксплуатационных нагрузок. Приведенная в работах статистика указывает на усталостные разрушения как лонжеронов, так и поперечин автомобилей отечественного производства. На бортовых автомобилях и самосвалах установлены усталостные разрушения только лонжеронов. При кручении лонжеронов разрушаются поперечины рам, а разрушение лонжеронов вызывается изгибающими циклическими нагрузками.

На основе многих сравнений и сопоставлений установлено, что общими причинами, основными факторами влияния на развитие трещин являются процессы колебательной динамики (чаще вертикального направления). В связи с этим, предлагается измерять относительные вертикальные перемещения точек рамного контура в процессе эксплуатации транспортного средства для установления вероятностных мест развития усталостных разрушений.

Установлена преобладающая роль в жесткости рамы «на изгиб» - лонжеронов, а «на кручение» - поперечин (90% нагрузки на изгиб воспринимаются лонжеронами, а около 90% нагрузки на кручение - поперечинами).

Работа по анализу и классификации усталостных разрушений рам грузовых автомобилей также выполнялась рядом авторов [15, 16]. Все разрушения элементов рам, которые наблюдались удалось разбить на сравнительно небольшое количество характерных поломок. Изложенные характеристики отдельных групп повреждений деталей рамы автомобилей ЗИЛ-164 составлены на основе исследований, выполненных в ЦНИИСК и ГОСНИТИ.

Наибольший интерес для исследований составляют поперечные трещины продольных лонжеронов, поскольку их последствия могут быть катастрофическими. Установлено, что наиболее вероятной является появление таких трещин в местах, где сосредотачивается действие одновременно поперечных сил и крутящий момент. Это места крепления к раме подвески, поперечин и других агрегатов.

Иногда трещины зарождаются вокруг контура кронштейнов. Влага, которая задерживается в них, вызывает глубокую коррозию стенок и является фактором концентрации напряжений. Подобные концентраторы напряжений становятся началом развития трещин в местах проведения ремонтных сварочных работ.

Важной задачей остается выявление, защита, обезвреживание и изоляция коррозионно-уязвимых участков, для уменьшения вероятности возникновения трещин на начальных этапах их зарождения.

Список использованных источников

1. Глазков, Ю. Е. Проблемы ремонта рамных конструкций средств транспорта / Ю. Е. Глазков, Д. В. Доровских // Совершенствование системы подготовки и дополнительного профессионального образования кадров для агропромышленного комплекса : Материалы Национальной научно-практической конференции, Рязань, 14 декабря 2017 года. – Рязань: Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 2017. – С. 62-67. – EDN YTNILL.
2. Глазков, Ю. Е. Ремонт рамных конструкция транспортно-технологических машин / Ю. Е. Глазков, Д. В. Доровских // Устойчивое развитие региона: архитектура, строительство, транспорт : Материалы 5-й Международной научно-практической конференции Института архитектуры, строительства и транспорта, Тамбов, 24–25 мая 2018 года. – Тамбов: Издательство Першина Р.В., 2018. – С. 355-361. – EDN YLCCMH.
3. Власов В.З. Тонкостенные упругие стержни / В.З. Власов. – М.:Физматгиз, 1959. – 200 с.
4. Проскуряков В.Б. Еще один метод расчета автомобильных рам на кручение / В.Б. Проскуряков, Г.Е. Павлова // Автомобильная промышленность. – 1966. – №5. – С.25 – 28.
5. Апанович Ю.Н. Автоматизированный расчет и доводка конструкций автомобильных рам / Ю.Н. Апанович // III Всесоюзное научно-техническое совещание «Динамика и прочность автомобиля» 22 – 25 ноября 1988г.: Тезисы докладов. – М. : Типография НАМИ, 1988. – С.28
6. Beermann H. J. Static analysis of commercial vehicle frames: a hybridfinite element and analytical - method / H. J. Beermann // International Journal of Vehicle Design. – 1984. – V.5, №1 – 2. – P.26 – 52.
7. Oelschläger H. Nachgiebige Knotenbei der Torsionsberechnung von Nutzfahrzeugrahmenausoffenen Profinen / H. Oehlschlaeger //AutomobiltechnischeZeitschrift. – 1986. – V.86, №3. – P.105 – 108.
8. Голованов А.И. Расчет автомобильных рам с учетом податливости узлов / А.И. Голованов, В.В. Нехотяев // Исследования по теории пластин и оболочек. Казань: Изд-во Казан. Ун-та. - 1989. – вып. 21. – С. 67 – 72.
9. Courant R. Variational methods for the solution of probems of equilibrium and vibrations / R. Courant // Bulletin of the American Mathematical Society. – 1943. – V.49, №5. – P.1 – 23.
10. Зенкевич О. Метод конечных элементов в технике / О. Зенкевич –М. : Мир, 1975. – 541 с.
11. Галлагер Р. Метод конечных элементов: Основы. / Р. Галлагер – М.: Мир, 1984. – 428 с.
12. Сегерлинд Л. Применение метода конечных элементов /Л. Сегерлинд – М. : Мир, 1979. – 392 с.
13. Васидзу К. Вариационные принципы в теории упругости и пластичности / К. Васидзу – М. : Мир, 1987. – 560 с.
14. Дашенко А. Ф. Анализ напряженно-деформированного состояния рамы автомобильного полуприцепа в программе ANSYS / А. Ф. Дашенко, Н. Г. Сурьянинов, Д. В.Лазарева // Вестник Харьковского национального автомобильно-дорожного университета. – 2005 – № 29. – С.20 – 30.

ЛОКАЛИЗАЦИЯ УЧАСТКОВ РАМЫ С ВОЗМОЖНЫМИ ПОВРЕЖДЕНИЯМИ НА ОСНОВЕ КОМПЬЮТЕРНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

Доровских Дмитрий Владимирович,

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

Милованов Дмитрий Александрович,

*ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет» - магистрант,
ул. Мичуринская, 112, корп. Д, г. Тамбов, Тамбовская область, 392032, Россия*

Глазков Владислав Юрьевич,

*ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет» - студент, ул. Мичуринская,
112, корп. Д, г. Тамбов, Тамбовская область, 392032, Россия*

В настоящее время достаточно сложно, а в некоторых случаях невозможно, своевременно спрогнозировать появление и развитие повреждения рамы.

Целью данной статьи является локализация и исследование повреждений участков рамы по средством компьютерного моделирования.

После проведения подготовительных операций, связанных с очисткой и внешним осмотром, которые предлагается выполнять общеизвестными способами, проводится определение участков рамы, которые требуют более детального исследования (Дефектирование – детальное исследование участка рамы с целью выявления дефектов).

Для этого используется трехмерная модель конструкции (рамы) и данные о эксплуатационные нагрузки машины. Оценка напряженно-деформированного состояния рамы выполняется на ее 3-D модели, разбивается на пространственные твердотельные конечные элементы (КЭ) в виде тетраэдров с шестью степенями свободы в каждом узле. Поверхности КЭ моделируются полиномами на основе параболических функций. Элемент разбиения имеет размеры 30-50мм с редуцированием в зонах концентраторов напряжений. Элементная модель включает 260409 конечных элементов. В модели учтены крепления рессор и кузова, которые являются концентраторами напряжений, а также конструкция манипулятора (Рисунок 1).

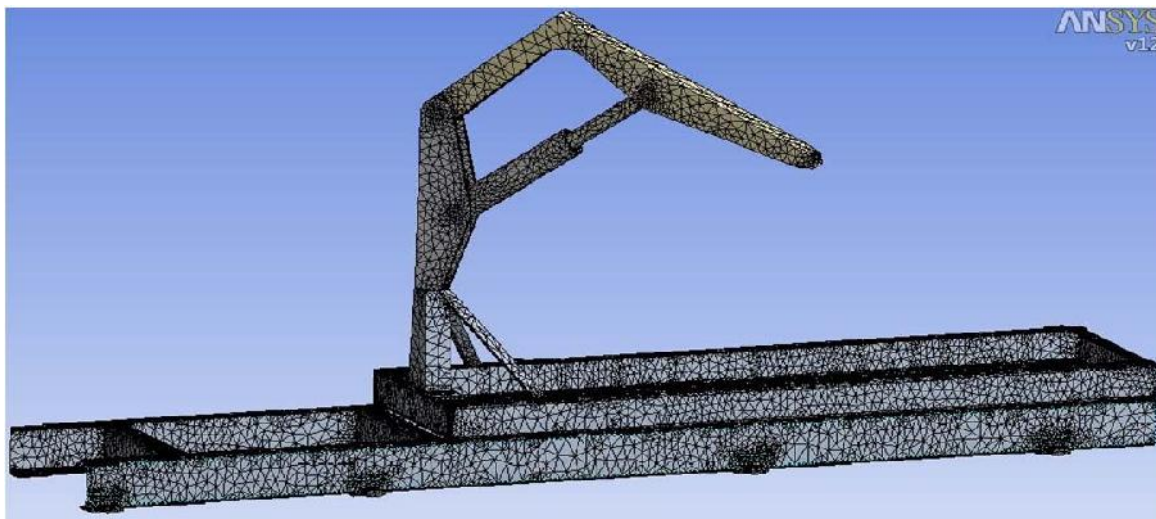


Рисунок 1 - Элементная модель рамы автомобиля с манипулятором

Для всех расчетных комбинаций нагрузок рама закреплялась в зонах рессорных опор, передняя стенка ограничивает перемещение в продольном направлении, боковая в поперечном относительно продольной оси автомобиля. Схема закрепления рамы и нагрузок показана на рисунке 2.

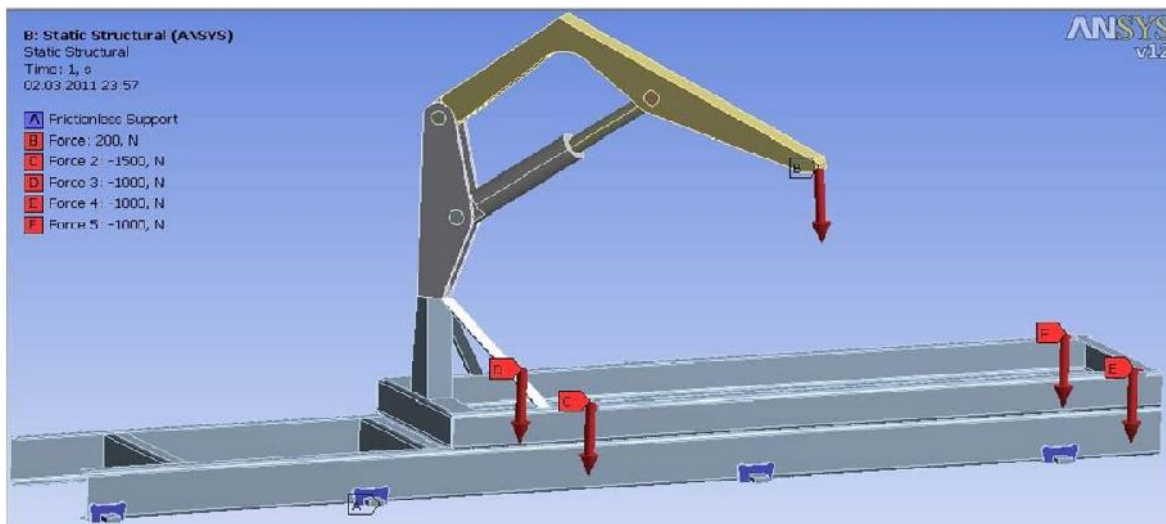


Рисунок 2 - Схема сил взаимодействия рамы с подвесками и прилагаемые нагрузки

Оценка напряженно-деформированного состояния рамы выполнена с моделированием различных режимов эксплуатации: наезд автомобиля на неровности дороги, поворот автомобиля с полной загрузкой, в процессе подъема и поворота стрелы гидроманипулятора, с статическими нагрузками автомобиля с массой груза (6,5 т) и грузом на полном вылете стрелы гидроманипулятора. Полученные результаты расчетов могут быть представлены графически и выводиться в виде массива данных для указанных точек в любом месте модели рамы. Графический результат выводится в виде различной окраски поверхности модели рамы. Цвет указывает на определенный диапазон значений исследуемого параметра. Фрагмент результата расчета с нанесением полей напряжений показано на рис. 3.

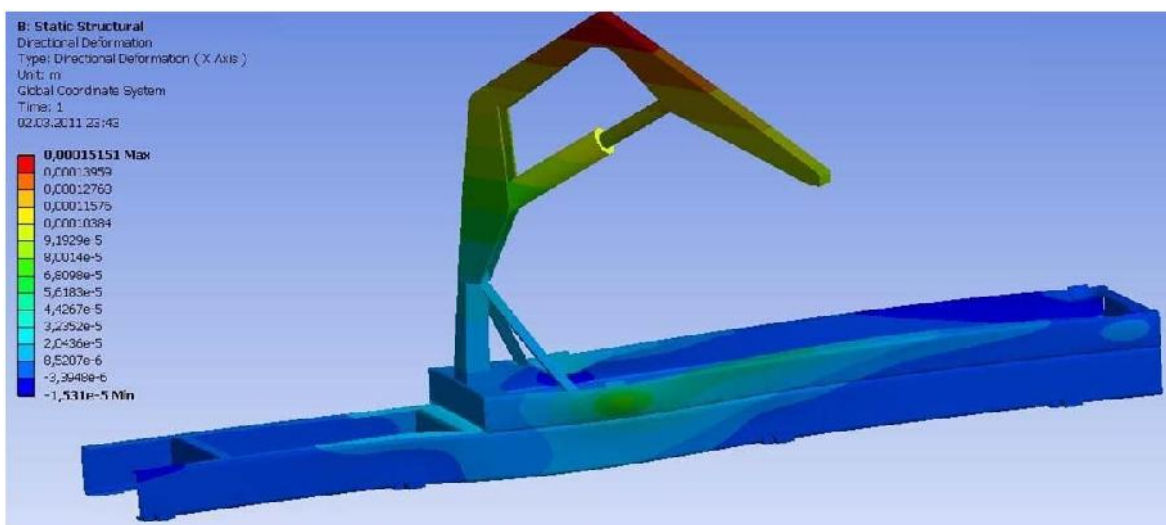


Рисунок 3 - Напряженно-деформированное состояние рамы с грузом 65 кН на кузове и 15 кН на полном вылете стрелы гидроманипулятора

Моделирование позволило разделить материал рамы на зоны по уровню внутренних напряжений (рис. 4): 1 - зоны с напряжениями 0,5-0,8 от запаса прочности, которые занимают около 21% от объема материала рамы; 2 - зоны с нагрузками, которые близки к предельным и занимают около 12%, в которых вероятность возникновения трещин наибольшая. Остальной объем 3 материала рамы мало нагруженный и практически не повреждается. Расположение и размеры зон зависят от условий эксплуатации, схемы и интенсивности нагрузок на них.

Зоны 1 и 2 подвергаются дефектированию более внимательно, с использованием дополнительного оборудования. В зонах 3 материал рамы практически не повреждается, так как не несет критических нагрузок, поэтому, по нашему мнению, не требует углубленного дефектирования.

Дефектирование определенных участков рам предлагается проводить известными методами с применением оптической, флуоресцентной, ультразвуковой и другой аппаратуры.

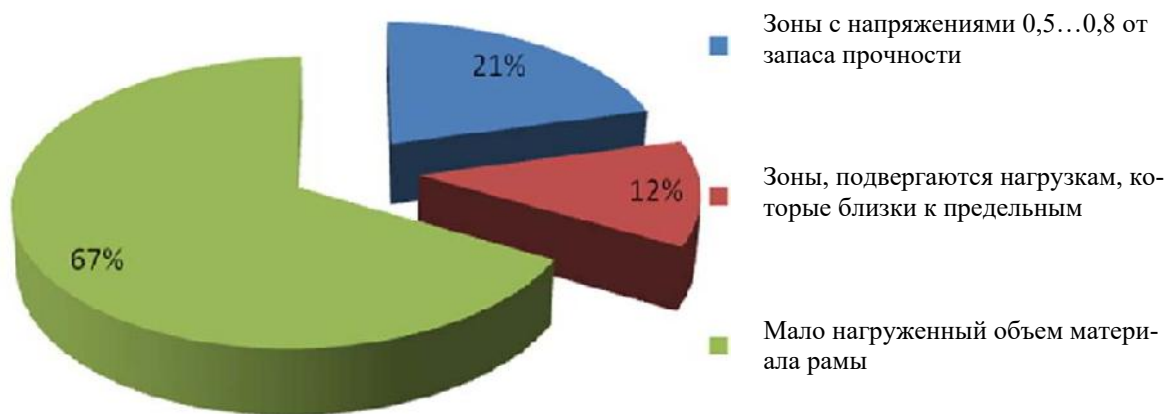


Рисунок 4 - Объемы материала рамы автомобиля с различными уровнями напряжений

Основными дефектами рам является погнутость балок и поперечин, усталостные трещины, трещины вокруг отверстий под заклепки, нарушение прочности заклепочных соединений, коррозия и другие. Наибольшую опасность представляют трещины, проходящие почти по всему сечению балки (лонжерона) рамы (рис. 5).

Исследование появления и развития трещин показало, что они зарождались с внутренней стороны балки и развивались в поперечном направлении с выходом наружу на видимую сторону.

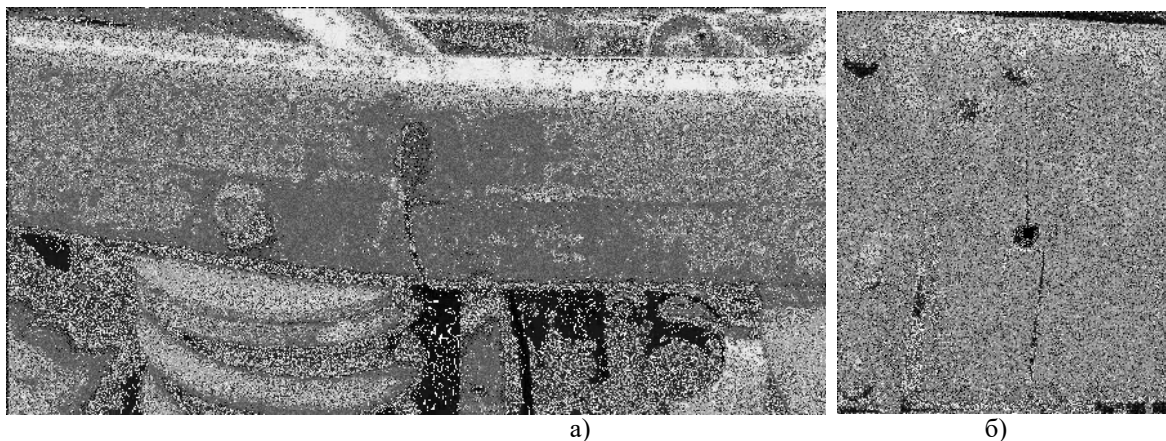


Рисунок 5 - Поперечные трещины несущих конструкций: а - вагонетки, б - рамы грузового автомобиля

Как следствие, выявить такие трещины на начальных стадиях их развития без проведения осмотров с использованием специальной диагностической аппаратуры очень сложно, а в некоторых случаях почти невозможно.

В отличие от продольных трещин, которые можно устранить сваркой, поперечные трещины требуют разработки индивидуального технологического процесса с учетом многих факторов и напряженно-деформированного состояния всей конструкции, что позволит предотвратить повторное растрескивание.

Разработка качественного технического процесса ремонта, определения режимов, необходимости установки элементов усиления невозможны без установления причин и условий разрушения.

Список использованных источников

1. Глазков, Ю. Е. Проблемы ремонта рамных конструкций средств транспорта / Ю. Е. Глазков, Д. В. Доровских // Совершенствование системы подготовки и дополнительного профессионального образования кадров для агропромышленного комплекса : Материалы Национальной

научно-практической конференции, Рязань, 14 декабря 2017 года. – Рязань: Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 2017. – С. 62-67. – EDN YTNILL.

2. Глазков, Ю. Е. Ремонт рамных конструкция транспортно-технологических машин / Ю. Е. Глазков, Д. В. Доровских // Устойчивое развитие региона: архитектура, строительство, транспорт : Материалы 5-й Международной научно-практической конференции Института архитектуры, строительства и транспорта, Тамбов, 24–25 мая 2018 года. – Тамбов: Издательство Першина Р.В., 2018. – С. 355-361. – EDN YLCCMH.
3. Ергучев Л. А. Магнитные методы и средства неразрушающего контроля деталей железнодорожного подвижного состава / Л. А. Ергучев. - Гомель: УО «БелГУТ», 2005. - 90 с.
4. Кушлун А. Б. ANSYS в руках инженера / А. Б. Кушлун, Е. М. Морозов, М. А. Олферьева. - М.: Едиториал УРСС, 2003. - 272 с.
5. Савуляк В. И. Влияние гидроманипулятора мобильной машины на формирование трещинонебезопасных зон несущей конструкции / В. И. Савуляк, Д. В. Бакалец // Промышленная гидравлика и пневматика: научно-технический журнал. 2012. - №4 (34). - С. 36-41

УДК 656.1

73.31.41: Техническая эксплуатация и ремонт средств автомобильного транспорта. Автосервис

ИССЛЕДОВАНИЕ СОЧЕТАНИЯ ТЕХНОЛОГИЙ СВАРКИ И ПАЙКИ ДЛЯ РЕМОНТА РАМНЫХ КОНСТРУКЦИЙ СРЕДСТВ ТРАНСПОРТА

Доровских Дмитрий Владимирович,

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

Милованов Дмитрий Александрович,

ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет» - магистрант, ул. Мичуринская, 112, корп. Д, г. Тамбов, Тамбовская область, 392032, Россия

Глазков Владислав Юрьевич,

ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет» - студент, ул. Мичуринская, 112, корп. Д, г. Тамбов, Тамбовская область, 392032, Россия

Одним из наиболее прогрессивных направлений увеличения долговечности и эксплуатационных свойств рам автомобилей заключается в комбинировании технологий ремонта трещин, образовавшихся в процессе эксплуатации, методами сварки с различными процессами укрепляющих технологий. Это позволяет в полной мере удовлетворить современные запросы производства.

Усиление и ремонт зон рам с зародившимися трещинами возможно путем установления (приварки) дополнительных элементов. Такая технологическая схема ремонта обеспечивает необходимые прочностные характеристики, но ее недостатком является ослабление металла в зоне температурного воздействия и уменьшением в этой зоне коррозионной стойкости. Данные недостатки можно устранить путем использования технологии, которая сочетает процессы сварки и пайки. Технология предусматривает использование припоев с необходимой температурой плавления для повышения прочности сварных соединений внахлест, а также повышение коррозионной стойкости околошовной зоны. Особенностью является то, что припой располагается между основными элементами, которые свариваются, и расплавляется за счет тепла, выделяемого в процессе сварки [1] (рисунок 1).

Исследованиями [2, 3] установлено, что восстановление и укрепление стальных конструкций путем ремонта повреждений сплавами на основе меди обеспечивает торможение трещин, заметно увеличивает их живучесть.

В качестве припоев для проведения экспериментов были использованы медь ГОСТ 859-66 и сплавы меди с цинком, марганцем и другими элементами. Медь в чистом виде в расплавленном состоянии характеризуется высокой текучестью, хорошо смачивает поверхность сталей, твердых сплавов, никеля и никелевых сплавов; затекает в тончайшие капиллярные зазоры и дает прочные и пластичные паяные соединения.

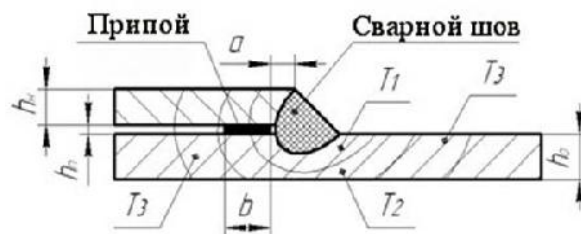


Рисунок 1 - способ сварки внахлест

Медно-цинковые припои являются двойными сплавами меди и цинка в различных соотношениях. Диаграмма состояния сплавов системы медь - цинк приведена на рисунке 2.

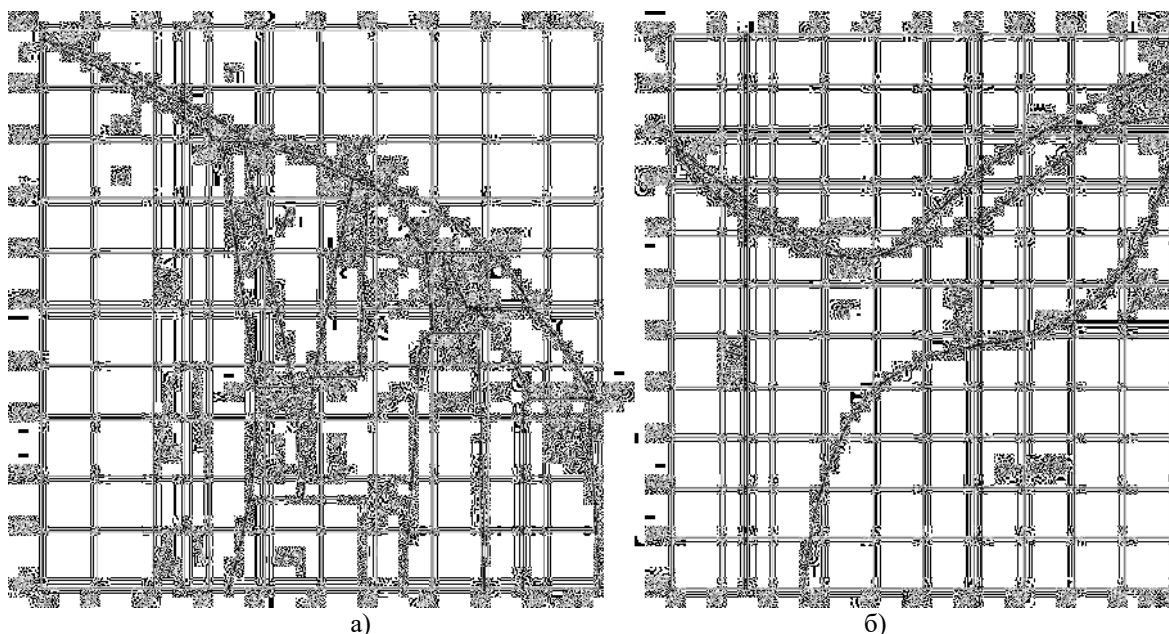


Рисунок 2 - Диаграмма состояния сплавов системы: а) медь - цинк; б) медь - марганец

Наиболее интересны сплавы, содержащие менее 34% Zn и имеющие однофазную структуру α -твердого раствора. С увеличением содержания цинка пластичность припоев снижается, вызывая увеличение хрупкости паяных соединений.

Наряду с хорошими технологическими свойствами как припоя, медно-цинковые сплавы имеют высокую коррозионную стойкость [4]. Припои, имеющие структуру α -твердого раствора, сохраняют достаточную прочность даже в условиях низких температур. Недостатком этих припоев является испарение цинка от высоких температур, что ухудшает условия работы с ними.

Припои на основе сплавов меди с марганцем имеют сравнительно низкую температуру плавления, достаточно высокую прочность и пластичность. Припои этой системы не получили распространения, но они очень перспективные, так как пластинчатые ними конструкции имеют более высокую прочность на температурах 500 - 600°C по сравнению с соединениями, которые запаяны медно-цинковыми припоями.

Разработан способ сварки внахлест, который предусматривает размещение паяльного материала на основе меди между деталями свариваемых в зоне температурного поля, где обеспечивается его расплавление (см. Рисунок 1).

Необходимым условием реализации описанного выше способа является обоснованный выбор или расчет параметров процесса сварки-пайки, при которых произойдет полное расплавление припоя и образовываться качественное соединение деталей.

Для этого необходимо определить: режимы сварки, учитывая толщину профиля рамы в зоне приварки h_0 и накладки h_n ; состав паяльного материала; толщину h_n и ширину b полоски припоя; ее расстояние от сварного шва a , в зависимости от глубины проплавления и геометрии шва в поперечном сечении. Допустимый зазор между деталями регламентируется ГОСТ 5264-80 и зависит от толщины деталей и может составлять до 2 мм, чего достаточно для установления паяльного материала.

Определение оптимальных режимов комбинированной сварке целесообразно проводить методом моделирования процесса с использованием специализированного программного обеспечения на основе конечно-элементного анализа. Разработана модель, которая позволила анализировать во времени тепловые поля в процессе сварки и охлаждения детали, а именно определять изменения температур в различных точках объема материала детали и припоя.

Проверка адекватности и настройки модели выполнялись путем проведения натурального эксперимента. По аналогичной схеме измерялись температуры в точках T1-T5 модели по длине пластины припоя и точках T5-T10 по ее ширине (Рисунок 3).

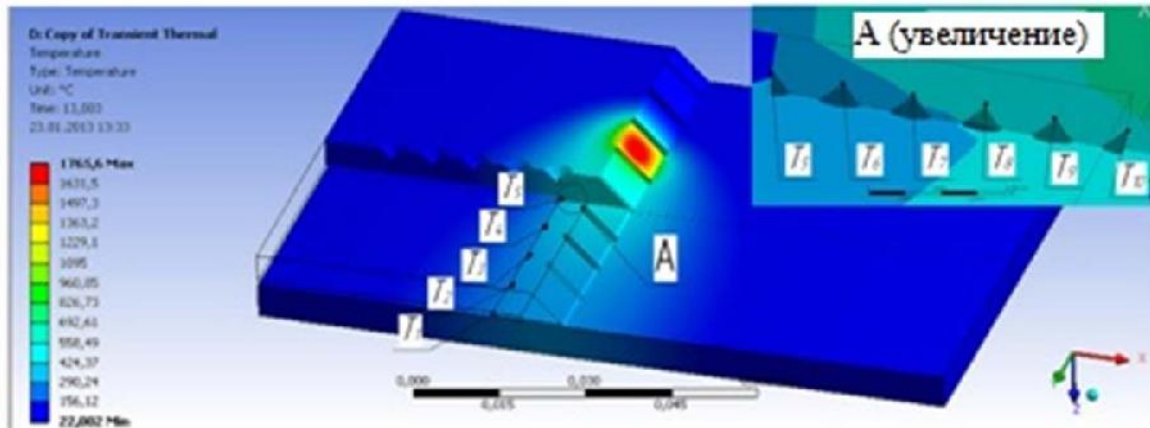


Рисунок 3 - Модель для определения параметров процесса сварки-пайки

Разработана компьютерная модель конструкции в виде двух пластин толщиной 5 мм и полоски припоя 5x1мм и заданных режимов сварки позволила получить термограммы для указанных точек (Рисунок 4).

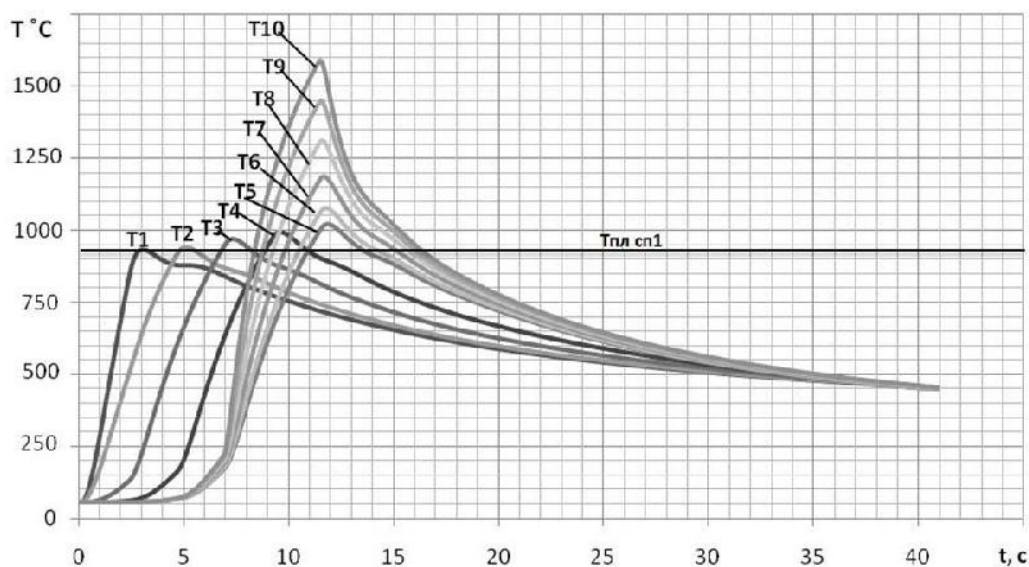


Рисунок 4 - Температуры в точках надшовной зоны (модельные расчеты)

Из графика видно, что температура в точке T1 является минимальной и достигает значения 932°С на третьей секунде после начала сварки. Для обеспечения полного расплавления припоя его температура плавления должна быть несколько меньше.

Для выбора припоя целесообразно использовать диаграмму состояния, из которой видно, что такая температура является достаточным для расплавления припоя с концентрацией компонентов, соответствует области диаграммы состояния сплава Cu-Zn, расположенной справа от линии Sp.I (см. Рисунок 2 а). В случае использования припоя на основе меди с марганцем следует выбрать сплав из промежутка между линиями Sp. II-III (см. Рисунок 2 б).

Для расплавления припоя с заданной концентрацией компонентов, в соответствии с эксплуатационными требованиями, меняли (рассчитывали) режимы сварки (силу тока, скорость, угол наклона электрода). В случаях, когда полное расплавление припоя за счет тепла, выделялось при сварке, было невозможно, конструкция предварительно подогревалась. Макрошлифы соединений, полученных при различных режимах, приведены на рисунке 5. Во всех случаях медь полностью расплавилась, заполнив промежуток между деталями из стороны сварного шва.

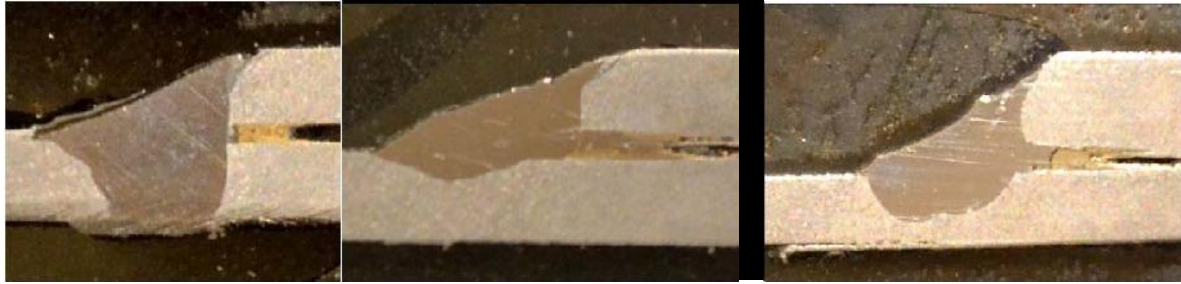


Рисунок 5 - Макрошлифы паяно-сварных соединений

Микроструктурный анализ зоны сплавления между сталью и медью показал наличие четкой границы без включений и непроваров.

Для определения запаса прочности образцов, заваренных по описанной выше технологии, нами было проведено испытание на разрывной машине. Поскольку четких стандартов проведения испытаний сварных соединений внахлест найдено не было, решено использовать известные методики испытаний, подобные условиям работы конструкции, описанные в [5]. Схемы испытаний показано на рисунке 6.

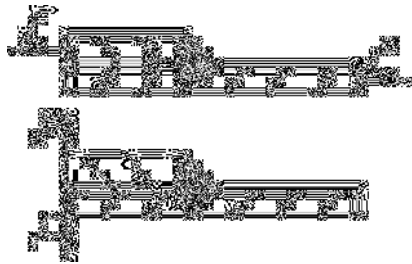


Рисунок 6 - Схемы испытаний: а - смещение, б - внецентренное растяжение

В результате испытаний на сдвиг установлено, что разрушение всех образцов происходило вне сварного шва и зоны спайки, в зоне температурного воздействия. В испытаниях на внецентренное растяжение обнаружено, что разрушение среды спаивания имеет вязкий характер, происходит по криволинейной поверхности и, в некоторых местах, проходит по основному металлу детали без разрушения припоя, что свидетельствует о высокой прочности такого соединения.

Здесь следует учитывать, что при использовании технологии сварки с сопутствующей пайкой, не исключена возможность попадания медного припоя в сварной шов. Поэтому были проведены исследования влияния такого легирования сварного шва на изменение механических свойств, а именно на показатели ударной вязкости сварных соединений. Такого рода информация является весьма важной при проведении сварки-пайки, поскольку нужно знать, как изменятся свойства сварного соединения в результате попадания в него припоя и силы адгезии, возникающие при расплавлении припоя.

Определение ударной вязкости проводили по ГОСТ 9454-78. Легирование шва проводили путем размещения медного припоя в виде полоски между сварными деталями, которая в процессе сварки расплавлялась. Количество меди в сварном шве регламентировалась шириной пластинки припоя и колебалась в пределах до 4%. Сварку проводили на прямой полярности электродом УОНИ 13/45 и в среде углекислого газа проволокой Св08Г2С.

Было установлено, что наличие медного припоя не ухудшало процесса сварки и не меняло форму шва и его геометрию. Исследование кратеров, которые специально не заваривались при ручной дуговой сварке, показало наличие в центрах отдельных дефектов (пор, мелких трещин) в местах подтекания припоя. При полуавтоматической сварке в среде CO_2 имели место магистральные трещины, которые заходили на определенное расстояние в сварной шов. Поэтому, сварку в среде CO_2 не рекомендуется применять, а дальнейшие испытания таких образцов не проводились (Рисунок 7).

После сварки проводили изготовления образцов для определения ударной вязкости и сопутствующее проводили макроанализ поперечного сечения сварных швов, который показал полное расплав-

ление припоя в образцах с содержанием меди до 2%. На рубеже 2% обнаружено едва заметное выпотевание меди по корню шва. С увеличением доли меди ее излишки накапливаются в корне шва, заполняя зону непровара. На всех образцах не обнаружено дефектов.

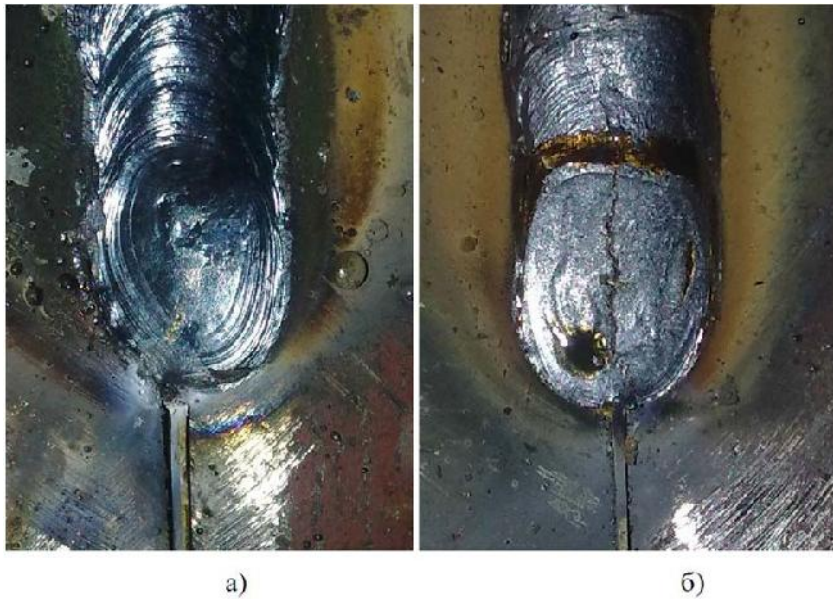


Рисунок 7 - Кратер сварного шва: а) ручной дуговой сварки; б) полуавтоматической в среде CO₂.

Испытания на ударную вязкость проводились на маятниковом копре модели 2010 КМ - 30 с энергией удара 300 Дж. Значение ударной вязкости для образцов, заваренных без припоя и с разным количеством припоя, приведены в таблице 1.

Таблица 1

	Значение ударной вязкости						
Объемная доля припоя %	0	0,68	1,36	2,05	2,73	3,41	4,09
КС образца №1, кГ·м/см ²	5,4	3,4	3	2,4	3,8	2,2	4,4
КС образца №2, кГ·м/см ²	4,4	3,4	1,6	3,8	3,6	1	5,8
КС образца №3, кГ·м/см ²	5,6	2,2	3,6	3,4	3	7,8	2,8
Среднее значение	5,13	3	2,73	3,2	3,47	3,67	4,33

Из таблицы 1 видно, что с увеличением доли припоя в сварном шве до 1,36% происходит уменьшение ударной вязкости. Однако с последующим увеличением доли припоя показатели ударной вязкости растут.

Количество введенного припоя ограничивалась возможностью его полного расплавления. При повторении эксперимента с увеличением содержания медного припоя до 8% разрушения происходило не по сварному шву, а по зоне термического влияния и колебалось в пределах 4,6 ... 5,1 кгс · м / см².

Список использованных источников

1. Баранов А.В. Создание присадочных материалов и технологических процессов сварки и наплавки медных сплавов и разнородных металлов / А. В. Баранов, А.Е. Вайнерман, И.В. Чумакова // Вопросы материаловедения. – 2005. – №2(42). – С.148–162.
2. Гавриш П.А. Термодинамические особенности взаимодействия меди и железа в сварочной ванне / П.А. Гавриш, М.А. Турчанин // Вестник ДГМА. – 2006. – № 2(4). – С.75–78.
3. Чигарев В.В. Проблемы повышения качества сварки меди со сталью / В.В. Чигарев, В.А. Клюев, П.А. Гавриш // Сварочное производство в машиностроении: перспективы развития: материалы I международной научно-технической конференции, 6–9 октября, 2009г. / Под общей редакцией Н.А. Макаренко.– Краматорск : ДГМА. – 2009. – С.34.
4. Глазков, Ю. Е. Проблемы ремонта рамных конструкций средств транспорта / Ю. Е. Глазков, Д. В. Доровских // Совершенствование системы подготовки и дополнительного профессионального образования кадров для агропромышленного комплекса : Материалы Национальной научно-практической конференции, Рязань, 14 декабря 2017 года. – Рязань: Рязанский госу-

дарственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 2017. – С. 62-67. – EDN YTNILL.

5. Глазков, Ю. Е. Ремонт рамных конструкция транспортно-технологических машин / Ю. Е. Глазков, Д. В. Доровских // Устойчивое развитие региона: архитектура, строительство, транспорт : Материалы 5-й Международной научно-практической конференции Института архитектуры, строительства и транспорта, Тамбов, 24–25 мая 2018 года. – Тамбов: Издательство Першина Р.В., 2018. – С. 355-361. – EDN YLCCMH.

УДК 656.1

73.31.41: Техническая эксплуатация и ремонт средств автомобильного транспорта. Автосервис

ОБОСНОВАНИЕ РАЦИОНАЛЬНЫХ ПАРАМЕТРОВ ПРОЦЕССА РЕМОНТА РАМНЫХ КОНСТРУКЦИЙ СРЕДСТВ ТРАНСПОРТА

Доровских Дмитрий Владимирович,

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 Анатолий Александрович,

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 Дмитрий Александрович,

ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет» - магистрант, ул. Мичуринская, 112, корп. Д, г. Тамбов, Тамбовская область, 392032, Россия

Качество и прочность сварного шва зависит от многих факторов, однако его форма и размеры, в большинстве случаев, становятся определяющими для оценки этих показателей.

Форма шва зависит от целого ряда параметров процесса сварки: силы тока, падения напряжения на дуге, длины дуги, полярности и рода тока, скорости сварки, состава защитного покрытия электрода и т. д. При назначении режима сварки в производственных условиях не учитывается часть факторов, имеющих значительное влияние на процесс сварки и проплавление металла [1, 2]. К ним относятся углы наклона электрода и их изменение в процессе сварки.

По конфигурации полей напряжений на поверхности рамы выделяются зоны с различными уровнями напряженности от максимального σ_1 до минимального σ_n , где n - количество уровней. Форма накладки выбирается так, чтобы полностью перекрывались зоны с опасными для возникновения трещин напряжениями. На рисунке 1 эти зоны обозначены σ_1 и σ_2

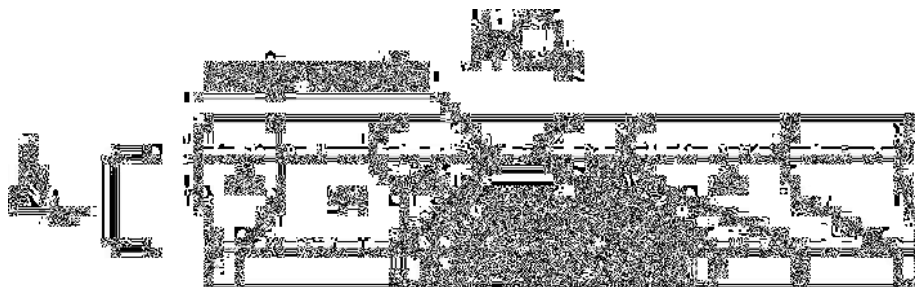


Рисунок 1 - поля напряжений на развороте участка рамы с установленными усилительными накладками

Установлено, что для усиления целесообразно использовать накладку, вырезанную из уголка или швеллера в форме трапеции (рисунок 2).

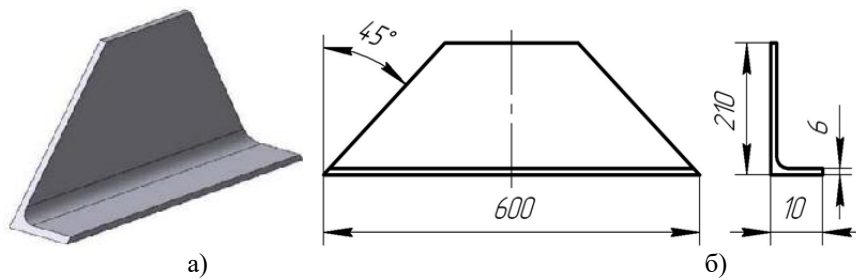


Рисунок 2 - Усилительная накладка: а - 3D модель, б – эскиз

Известны различные варианты установки накладок. Они могут устанавливаться с одной стороны участка, усиливается или дублироваться с противоположной. Размеры дублирующихся накладок могут быть одинаковыми или разными. Монтаж накладок выполняется путем наложения по контуру накладки сварных швов [3, 4, 5].

Для выбранной конструкции смоделирован процесс монтажа накладки для усиления лонжерона рамы с одной стороны. Установлено, что после приварки накладки в зоне температурного воздействия сварочной дуги возникают остаточные напряжения (рисунок 3). Они могут привести к повторному разрушению восстановленного участка в процессе эксплуатации.

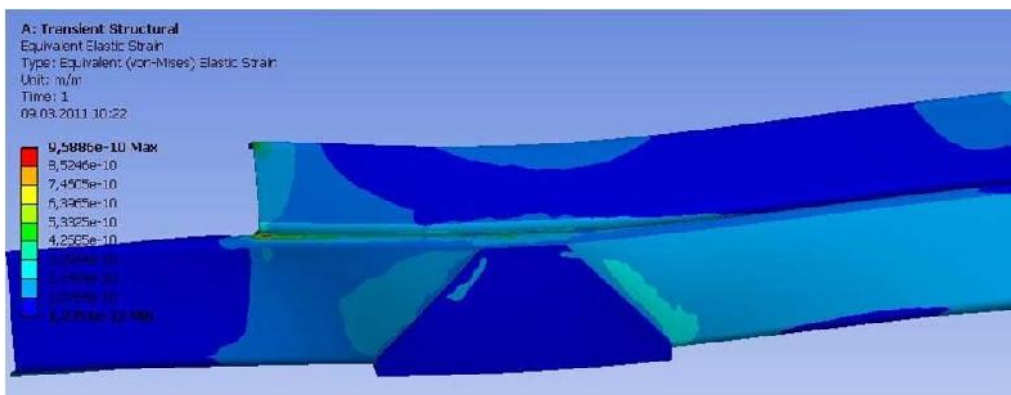


Рисунок 3 - Напряжение в зоне температурного воздействия сварочной дуги

Известными способами можно уменьшить остаточные напряжения после сварки: (термическая обработка, проклепывание), но более целесообразно их минимизация еще до появления за счет использования рациональной технологии сварки. Для решения этой задачи накладку предлагается дублировать с меньшими размерами, одинаковой формой, а также определить рациональные размеры и режимы [6, 7, 8].

Важное значение имеет взаимное влияние тепловых полей процессов наложения параллельных швов сварки обеих накладок на остаточные напряжения и деформации, а также влияние на них расстояния между сварными швами b (рисунок 4). Изучение опыта сварки позволило установить, что зона температурного воздействия для проката, подобного использованного в раме, имеет протяженность в пределах от 5 до 30 мм, что и использовано в качестве входных данных для дальнейших исследований.

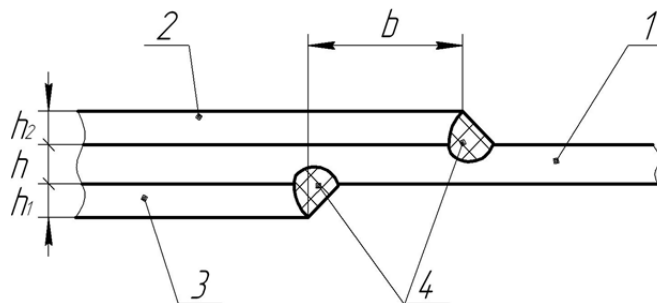


Рисунок 4 - Схема сварки элементов усиления рамы (в сечении): 1 - металл рамы; 2,3 - металл элементов усиления; 4 - сварочные швы

Важным результатом этих исследований является определение конкретных конфигураций температурных полей в раме, скорости охлаждения свариваемого участка рамы и взаимных тепловых процессов при выполнении параллельных швов.

При сварке процесс распространения теплоты в материале детали имеет сменные параметры. Это объясняется значительной продолжительностью действия и мощностью источника теплоты, таких как сварочная дуга и ванна расплава. Форма и размеры изотерм асимметричны и существенно меняются в зависимости от суммарной толщины сечения, расстояния между сварными швами и временем прохождения сварочной дуги через точки пересечения произвольно построенной нормали к оси сварных швов.

За счет относительно небольшого расстояния между сварными швами они подвергаются предварительному и сопутствующему подогреву, которые в практике считаются одними из самых действенных технологических средств по уменьшению остаточных напряжений и снижают вероятность появления холодных трещин. Появление холодных трещин связано с наличием в конструкционных сталях этого класса таких легирующих элементов как марганец, хром, молибден и др, снижающих температурный интервал γ - α преобразования [7, 8, 9]. Поэтому, при сварке в зоне термического влияния возрастает вероятность образования закалочных структур и снижается сопротивляемость образованию холодных трещин.

Нами определены температуры взаимного подогрева сварных швов при установке накладок для усиления. На графике (рисунок 5) показано изменение величины подогрева зоны наложения следующего шва в зависимости от расстояния b между ними (см. рисунок 4). Температура подогрева выбирается с учетом толщины стенки детали h , температуры окружающей среды $t_{\text{ср}}$ степени легирования стали $S_{\text{эжв}}$ и типа покрытия электрода, и должна составлять 150-200 °С. Рассчитано, что при удельных затратах энергии в 20 Вт/мм² и скорости сварки 9 м/ч данное условие обеспечивается при выполнении сварочных швов на расстоянии не более 25 мм.

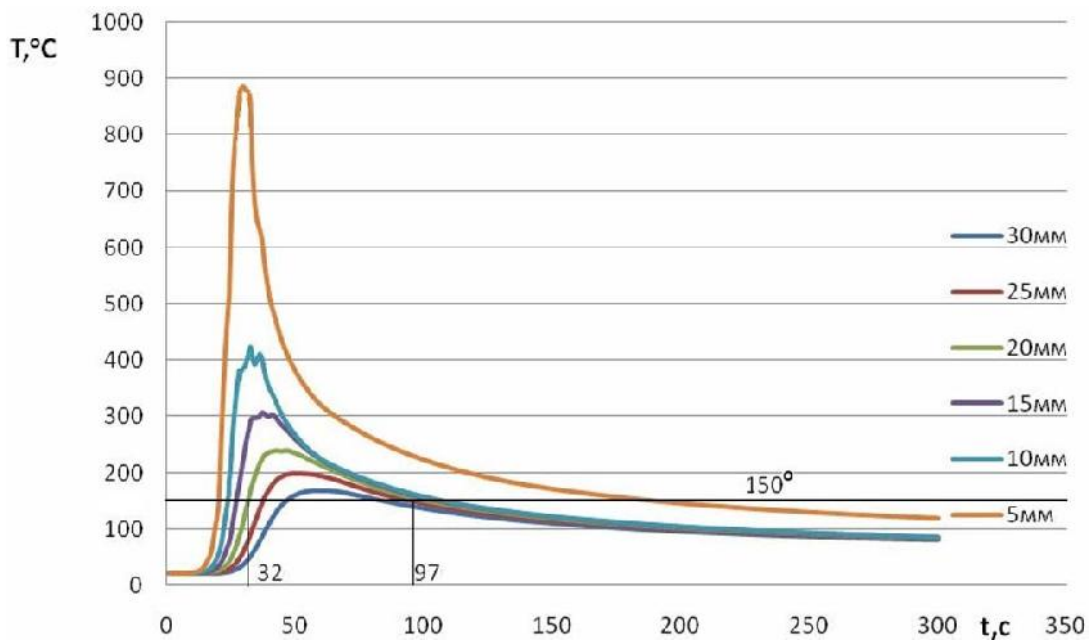


Рисунок 5 - Термограммы зоны взаимного подогрева швов, выполняемых с разным расстоянием b на дублирующих накладках

Под влиянием неравномерного распространения тепла по объему рамы, возникают различные по величине и направлению напряжения σ . В случае достижения значений внутренних напряжений в материале выше предела текучести заготовка начинает пластически деформироваться.

Деформации рамы в зависимости от расстояния b между сварными швами, которые возникают в результате сварки элементов усиления, приведены на рисунке 6.

Из рисунка 6 следует, что оптимальное расстояние между сварными швами с точки зрения уменьшения деформаций, которым подвергается конструкция в процессе сварки, составляет 20-25 мм. Для дальнейших исследований выбрано расстояние между параллельными швами накладок, приваренных с обеих сторон рамы, которое составляет $b = 20$ мм.

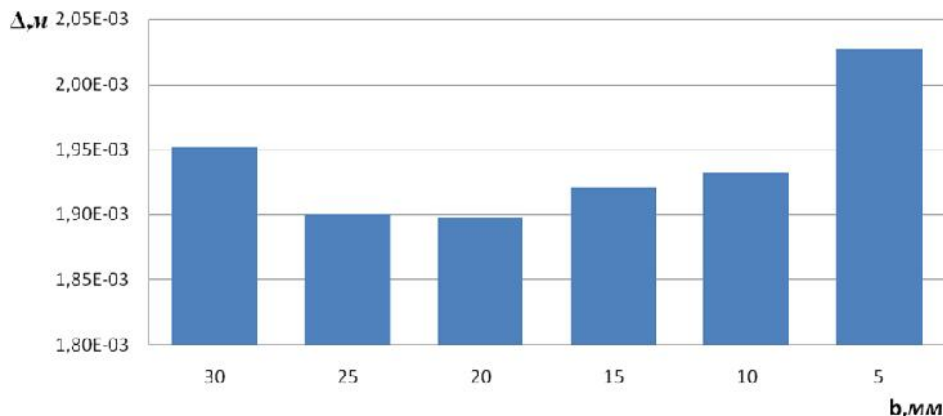


Рисунок 6 - Пики текущих деформаций

Для выбранной конструкции разработан технологический процесс, который предусматривает монтаж усилительных накладок короткими швами 1-6, которые выполняются поочередно с обеих сторон в шахматном порядке (рисунок 7). Начало и конец сварки рекомендуется проводить на участках профиля, расположенных вдоль рамы, где вероятность появления трещин наименьшая. С учетом выше изложенных рекомендаций, в зоне наложения очередного шва температура должна составлять 150 °С. Период времени в течение которого эта температура обеспечивается в точке, где начинается сварка следующего шага параллельного шва и при расстоянии между швами $b = 20$ мм, определяется по рисунку 5 и составляет 65 секунд. С этого периода, 35 секунд необходимо для изменения места сварки, а 30 секунд отводится на выполнение определенного участка шва. При этом, для скорости сварки 9 м/ч, длина участка шва будет составлять 75 мм.

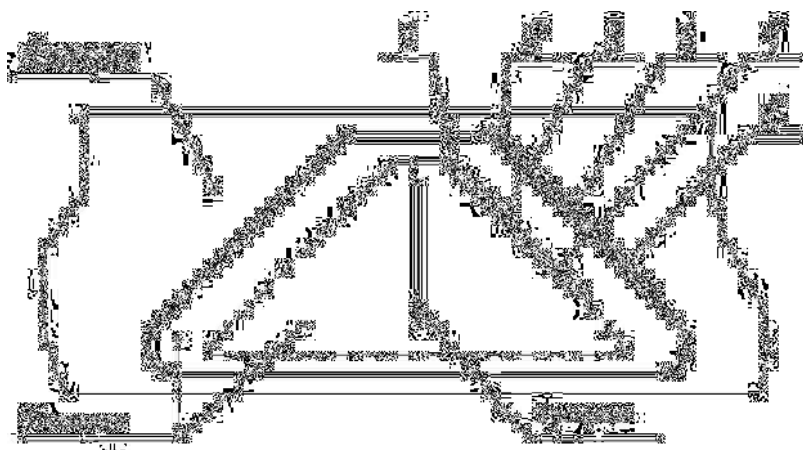


Рисунок 7 - Схема установки усилительных накладок: 1 - 6 - последовательность выполнения сварочных швов

Использование описанной выше методики ремонта, позволило снизить на 15% процентов напряжения и на 12% деформации.

На следующем этапе решалась задача уменьшения температурных перепадов, которые вызывают локальные тепловые напряжения, превышающие предел прочности материала и вызывающие угрозу появления микротрещин. Этого можно достичь не только уменьшением уровня теплового воздействия на деталь, но и за счет изменения формы и размеров усилительных элементов [10].

Исследования показали наибольшую концентрацию напряжений в местах накладки, где сварной шов меняет направление под острым углом, поэтому их предлагается скруглять (см. рисунок 7).

Наиболее распространенные элементы усиления имеют форму прямоугольников, параллелограммов и других четырехугольников с прямолинейными сторонами. Анализ научных исследований и обзоров по вопросам разрушений рамных конструкций показывает, что их повторное разрушение нередко происходит в местах сварки накладок, а трещины берут свое начало от острых углов элементов усиления. Кроме того, в процессе сварки накладки у каждого из ее углов нужно прерывать процесс сварки, а это, в свою очередь, повышает количество пор и включений, которые являются концентраторами напряжений [9, 10, 11].

Для разработки рекомендаций по рациональным формам накладок для усиления, проведено моделирование термонапряженного состояния процесса приварки накладок с различными радиусами скругления, с целью определения опасных зон концентрации напряжений.

На рисунке 8 показаны результаты моделирования процесса приварки накладок для усиления с скруглением острых углов. Оказалось, что для накладки, изготовленной без скругления, процесс сварки сопровождается существенным повышением температуры у острых углов ее контура, по отношению к случаю, когда контур изготавливался с радиусами более 15мм.

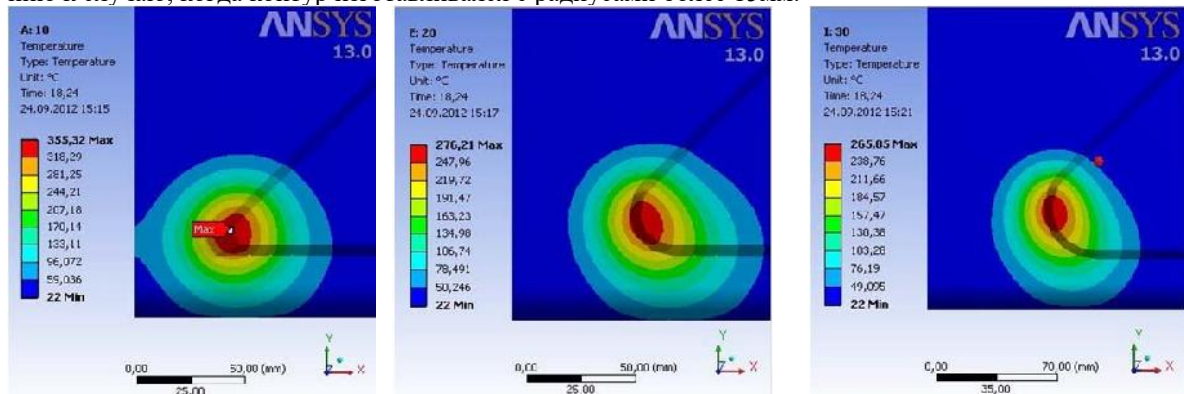


Рисунок 8 - Распределение температурного поля по объему рамы с различными скруглениями контура накладки

Также установлено, что использование накладок с контурами, в которых радиусы скругления небольшие, приводит к повышению неравномерности напряжений и деформаций (рисунок 9). Использование плавных переходов (скругления) позволяет обеспечить более равномерное распределения напряжений и деформации по объему заготовки, снимая тем самым концентраторы напряжений.

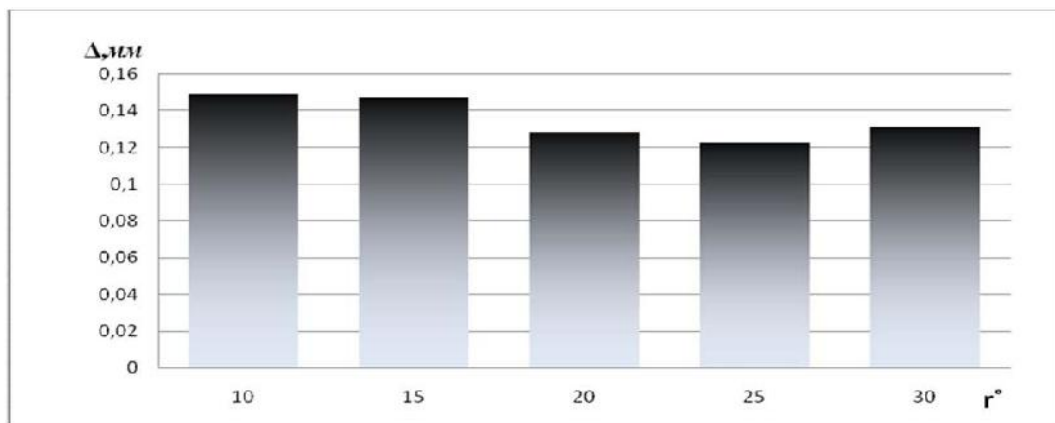


Рисунок 9 - Распределение поля деформаций для контуров накладок с различными радиусами скругления

Анализ диаграмм напряжений показывает, что увеличение радиуса скругления контура элемента усиления до 15 мм уменьшает значение напряжений и деформаций, а дальнейшее увеличение радиуса почти не влияет. Поэтому, можно сделать вывод, что скругление острых углов контуров элементов усиления целесообразно с радиусом в пределах 15-20мм, что позволяет уменьшить текущие деформации на 10%, а напряжение почти вдвое.

Список использованных источников

1. Биргер И. А. Сопротивление материалов: Учебное пособие /И. А. Биргер, Р. Р. Мавлютов – М. : Наука, 1986. – 560 с.
2. Биргер И. А. Прочность, устойчивость, колебания; [В 3 т.]. / Под ред.И. А. Биргера. – М. : Машиностроение, 1968. – Т.1. – 832 с.
3. Власов В. З. Тонкостенные упругие стержни / В. З. Власов. – М.: Физматгиз, 1959. – 200 с.

4. Проскуряков В. Б. Еще один метод расчета автомобильных рам на кручение / В. Б. Проскуряков, Г. Е. Павлова // Автомобильная промышленность. – 1966. – №5. – С.25 – 28.
5. Апанович Ю. Н. Автоматизированный расчет и доводка конструкций автомобильных рам / Ю. Н. Апанович // III Всесоюзное научно-техническое совещание «Динамика и прочность автомобиля» 22 – 25 ноября 1988г.: Тезисы докладов. – М.: Типография НАМИ, 1988. – С.28
6. Глазков, Ю. Е. Проблемы ремонта рамных конструкций средств транспорта / Ю. Е. Глазков, Д. В. Доровских // Совершенствование системы подготовки и дополнительного профессионального образования кадров для агропромышленного комплекса : Материалы Национальной научно-практической конференции, Рязань, 14 декабря 2017 года. – Рязань: Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 2017. – С. 62-67. – EDN YTNILL.
7. Глазков, Ю. Е. Ремонт рамных конструкция транспортно-технологических машин / Ю. Е. Глазков, Д. В. Доровских // Устойчивое развитие региона: архитектура, строительство, транспорт : Материалы 5-й Международной научно-практической конференции Института архитектуры, строительства и транспорта, Тамбов, 24–25 мая 2018 года. – Тамбов: Издательство Першина Р.В., 2018. – С. 355-361. – EDN YLCCMH.
8. Голованов А. И. Расчет автомобильных рам с учетом податливости узлов / А. И. Голованов, В. В. Нехотяев // Исследования по теории пластин и оболочек. Казань: Изд-во Казан. Ун-та. - 1989. – вып. 21. – С. 67 – 72.
9. Дашенко А. Ф. Анализ напряженно-деформированного состояния рамы автомобильного полуприцепа в программе ANSYS / А. Ф. Дашенко, Н. Г. Сурьянинов, Д. В. Лазарева // Вестник Харьковского национального автомобильно-дорожного университета. – 2005 – № 29. – С.20 – 30.
10. Гурман В. С. Ремонт автомобильных рам. / В. С. Гурман – М.: Транспорт, 1967. – 100
11. Кобрин М. М. Классификация и анализ усталостных разрушений рам грузовых автомобилей, используемых в сельском хозяйстве / М. М. Кобрин – М.: Труды ГОСНИТИ, 1964. – 112 с.

УДК 656.1

73.31.41: Техническая эксплуатация и ремонт средств автомобильного транспорта. Автосервис

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ РЕЖИМОВ УПРОЩЕННОГО ИСПЫТАТЕЛЬНОГО ЦИКЛА АВТОМОБИЛЬНОГО ДВИГАТЕЛЯ

Лавренченко Анатолий Александрович,

*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 Александр Васильевич,

*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*

Двигатель автомобиля большую часть времени работает в неустановившихся режимах, которые характеризуются изменением условий движения, частоты вращения коленчатого вала, ускорения и скорости автомобиля, важным является достижение топливной экономичности, экологических и энергетических показателей.

Математическая модель состоит из дифференциальных и алгебраических уравнений, описывающих движение автомобиля в отдельных режимах. Входными переменными в математической модели является величина и скорость перемещения дроссельной заслонки, выбранная передача, моменты смены передачи, продолжительность переключения передачи, скорость движения, потери в трансмиссии и двигателе, дорожные условия (величина коэффициента сопротивления качению), загруженность автомобиля, выбранный цикл движения. Выходными параметрами являются расход топлива, выбросы вредных веществ с отработавшими газами двигателя и транспортная работа автомобиля.

Во время разработки упрощенного испытательного цикла, разрабатывают установившиеся режимы, учитывая исследования различных авторов [1-6], здесь было выдвинуто предположение, о воз-

возможности получения такого цикла заменой неустановившихся режимов движения Европейского ездового цикла, установившимися. Замену каждого нестандартного режима было решено осуществлять «средней точкой» режима цикла, которая представляет собой средние значения показателей, определяющих режим работы двигателя, которую можно определять двумя равноценными способами:

- по разрежению во впускном трубопроводе Δp_k и частоте вращения коленчатого вала двигателя n_d (этот способ приемлем при разработке упрощенного цикла для испытаний двигателей);
- по крутящему моменту M_k и частоте вращения коленчатого вала двигателя n_d (этот способ приемлем при разработке упрощенного цикла для испытаний автомобилей).

Определение «средних точек» режимов можно проводить как первым, так и вторым способами.

Основными режимами работы двигателя по ездовым циклам - европейским городским и упрощенным являются следующие (рисунок 1).

1. Работа двигателя в режиме минимальной частоты вращения холостого хода. В упрощенном цикле этот режим составляют следующие участки Европейского цикла: 1, 7, 8, 17, 18, 28, 31, 32 (рисунок 1).

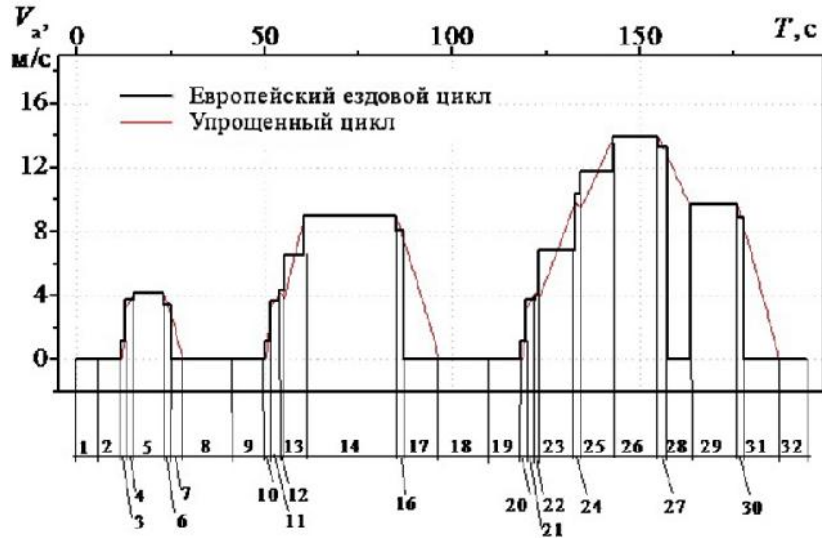


Рисунок 1 – схема ездовых циклов: европейского и упрощенного

При работе бензинового двигателя в режиме минимальной частоты холостого хода крутящий момент двигателя $M_k=0$. Отсутствуют любые связи между двигателем и трансмиссией. При этом частота вращения n_d и угол открытия дроссельных заслонок $\varphi_{др}$ достигают своих минимальных значений:

$$n_d = n_{xx \min}, \quad (1)$$

$$\varphi_{др} = \varphi_{др \min}, \quad (2)$$

Режим минимальной частоты вращения является устойчивым, показатели работы двигателя в этом случае определяют экспериментально. Поэтому полиномиальные зависимости, описывающие показатели работы двигателя в этом режиме были определены на основе характеристик холостого хода, полученных экспериментально при работе на бензине со стандартными регулировками.

В упрощенном испытательном цикле указанный режим определяет продолжительность режима Δt , которая, представляет собой сумму всех периодов времени, когда двигатель работает в режиме холостого хода в течение одного цикла. Поэтому, режим холостого хода в упрощенном цикле составляют явные режимы холостого хода и неявные - торможение с отсоединенным сцеплением, где двигатель работает в режиме минимальной частоты холостого хода.

Весомость любого режима P определяют по соотношению:

$$P = \frac{\Delta t}{T}, \quad (3)$$

где Δt - продолжительность режима, с;

T - общая продолжительность цикла (испытания), с.

Несмотря на это, определенная весомость режима холостого хода в упрощенном испытательном цикле составляет 0,458, или 45,8 % продолжительности всего цикла.

2. Разгон двигателя автомобиля в режиме холостого хода. В упрощенном цикле этот режим составляют такие участки Европейского цикла: 2, 9, 19.

Этот режим непосредственно предшествует началу движения автомобиля, но осуществляется при отсутствии связи двигателя с трансмиссией. При разгоне двигателя в режиме холостого хода от минимальной частоты $n_{\text{хх min}}$ до частоты вращения $n_{\text{д0}}$, при которой водитель отпускает педаль сцепления, уравнение движения двигателя имеет вид:

$$\frac{dn_{\text{д}}}{dt} = M_{\text{к}}(\varphi_{\text{др}}, n_{\text{д}}) \cdot \frac{30}{I_{\text{д}} \cdot \pi}, \quad (4)$$

где $\frac{dn_{\text{д}}}{dt}$ - ускорение коленчатого вала двигателя, $\text{мин}^{-1} \cdot \text{с}^{-1}$;

$M_{\text{к}}(\varphi_{\text{др}}, n_{\text{д}})$ - эффективный крутящий момент двигателя, Н;

$I_{\text{д}}$ - момент инерции двигателя, $\text{кг} \cdot \text{м}^2$.

Исходя из частоты вращения, определенной по уравнению (4) по экспериментальным характеристикам холостого хода определяют показатели работы двигателя, его топливную экономичность и вредные выбросы за единицу времени и за период разгона двигателя.

В упрощенном испытательном цикле показатели работы при разгоне бензинового двигателя в режиме холостого хода определяет продолжительность участка режима Δt и частота вращения двигателя $n_{\text{д}}(t)$.

Определение среднего значения частоты вращения на выбранном участке режима Европейского ездового цикла осуществляется по соотношению:

$$n_{\text{дс}} = \frac{\sum_{i=1}^m n_{\text{д}}(t) \cdot \Delta t_i}{\Delta T}, \quad (5)$$

где $n_{\text{дс}}$ - среднее значение частоты вращения на определенном участке режима Европейского ездового цикла;

$n_{\text{д}}(t)$ - мгновенное значение частоты вращения на i -х участках режима;

Δt_i - продолжительность i -го участка режима цикла;

m - количество участков режимов;

ΔT - общая продолжительность режима.

Продолжительность режима ΔT представляет сумму тех периодов времени, когда двигатель работает в режиме разгона двигателя на холостом ходу в течение цикла:

$$\Delta T = \sum_{i=1}^m \Delta t_i. \quad (6)$$

За один городской цикл количество участков, которые отвечают за разгон двигателя в режиме холостого хода, равно трем. После замены их «средними точками», полученные устоявшиеся участки объединяют по продолжительности и заменяют одним общим режимом. Весомость такого режима в упрощенном испытательном цикле невелика и составляет 0,01 (1 % времени от общей длительности цикла). Хотя указанный режим непродолжительный по времени, исключать его из цикла нецелесообразно, потому что разгон двигателя в режиме холостого хода является этапом разгона, характерным для условий эксплуатации городов и населенных пунктов, в которых находятся автомобили. Кроме того, вопрос снижения загрязнения окружающей среды вредными выбросами автомобилей имеет первостепенное значение для населенных пунктов, необходимо как можно точнее приблизить режимы упрощенного цикла до режимов Европейского ездового цикла, которые соответствуют движению транспортного средства в городе.

3. Разгон автомобиля с буксующим сцеплением. Через незначительную продолжительность (менее 1 с) перемещения дроссельных заслонок в режиме разгона с буксующим сцеплением, в упрощенном испытательном цикле этот режим рассматриваем как начальный этап режима трогания автомобиля с места.

4. Трогание автомобиля с места. Режим трогания с места включен в режим разгона автомобиля с пробуксовывающим сцеплением. В упрощенном цикле этот режим составляют такие участки Европейского цикла: 3, 10, 20.

В этом случае необходимо учитывать, что трогание автомобиля начинается при перемещении дроссельных заслонок и продолжается после окончания их перемещения. Кроме того, процесс сопровождается различными частотами вращения ведущей (двигатель) и ведомой частей сцепления (трансмиссия и колеса). Поэтому при открытии дроссельных заслонок (выполняется условие $t_{\text{дрос}} \geq t - t_{\text{хх}}$) расчетные уравнения будут иметь следующий вид:

- для двигателя:

$$\frac{dn_{\text{д}}}{dt} = (M_{\text{кн}}(\varphi_{\text{др}}, n_{\text{д}}) - M_{\text{зч}}) \cdot \frac{30}{I_{\text{д}} \cdot \pi}, \quad (7)$$

где $\frac{dn_d}{dt}$ – замедление или ускорение коленчатого вала двигателя, $\text{мин}^{-1} \cdot \text{с}^{-1}$;

I_d – момент инерции двигателя, определяется из справочника; $\text{кг} \cdot \text{м}^2$,

$M_{KH}(\varphi_{др}, n_d)$ – крутящий момент двигателя в неустановившемся режиме работы, Н·м;

$M_{зч}$ – момент трения сцепления, Н·м.

- для ведомой части сцепления и приведенных к нему масс трансмиссии:

$$\frac{dn_3}{dt} = (M_{зч} - M_{оп}) \cdot \frac{30}{I_{аш} \cdot \pi}, \quad (8)$$

где $\frac{dn_3}{dt}$ – ускорение ведомой части сцепления, $\text{мин}^{-1} \cdot \text{с}^{-1}$;

$I_{аш}$ – момент инерции масс автомобиля, которые вращаются, приведен к сцеплению, $\text{кг} \cdot \text{м}^2$;

$M_{зч}$ – момент трения сцепления, Н·м;

$M_{оп}$ – момент сопротивления движению автомобиля, Н·м.

Момент инерции массы автомобиля определяется по зависимости:

$$I_{аш} = \frac{(m_0 + m_g) \cdot r_k^2}{U_i^2 \cdot U_p^2} + \sum_{i=1}^n \frac{I_{ki}}{U_i^2 \cdot U_p^2}, \quad (9)$$

где I_k – момент инерции i -го колеса автомобиля, $\text{кг} \cdot \text{м}^2$;

U_i – передаточное число коробки передач;

U_p – передаточное число главной передачи;

m_0 – масса автомобиля, кг;

m_g – масса груза, кг.

Крутящий момент двигателя в не установившемся режиме работы двигателя определяется при двух условиях: в процессе открытия дроссельных заслонок и после окончания открытия. Определение крутящего момента в процессе открытия дроссельных заслонок сведено к определению $M_k(\varphi_{др})$, который определяется экспериментально и описывается полиномиальной зависимостью при постоянной частоте вращения ($n_d = \text{const}$).

После окончания перемещения дроссельных заслонок (выполняется условие $t_{дрос} < t - t_{хх}$) крутящий момент определяется следующей формулой:

$$M_{KH} = M_{KY} - \lambda \cdot \frac{dn_d}{dt} \cdot \frac{\pi}{30}, \quad (10)$$

где M_{KH} – величина крутящего момента на нестандартном режиме работы двигателя, Н·м;

M_{KY} – величина крутящего момента при установившемся режиме работы двигателя, Н·м;

λ – коэффициент нестандартного режима движения, полученный опытным путем.

Значение крутящего момента установившегося режима M_{KY} во всем диапазоне нагрузочных и скоростных режимов, за исключением экономайзерного, описывается зависимостью:

$$M_{KY} = A_0 + A_1 \cdot \Delta p_k, \quad (11)$$

где A_0, A_1 – коэффициенты аппроксимации;

Δp_k – разрежение во впускном трубопроводе двигателя, кПа.

Коэффициенты A_0 и A_1 получают в результате обработки экспериментальных данных. При работе двигателя по внешней нагрузочной характеристической, крутящие моменты описываются полиномиальной зависимостью второй степени как функция от частоты вращения коленчатого вала двигателя.

Зависимость разрежения во впускном трубопроводе от частоты вращения n_d коленчатого вала и угла открытия $\varphi_{др}$ дроссельных заслонок двигателя в частичных нагрузочных режимах двигателя описывают полиномом:

$$\Delta p_k = B_0 + B_1 n_d + B_2 \varphi_{др} + B_{11} n_d^2 + B_{22} \varphi_{др}^2 + B_{12} n_d \varphi_{др}, \quad (12)$$

где $B_0, B_1, B_2, B_{11}, B_{22}, B_{12}$ – полиномиальные коэффициенты.

Скорость движения автомобиля определяют по формуле:

$$V_a = \frac{n_{зч} \cdot r_k \cdot \pi}{U_i \cdot U_p \cdot 30}, \quad (13)$$

где $n_{зч}$ – частота вращения сцепления, мин^{-1} ;

r_k – радиус качения колеса, м.

U_i – передаточное число коробки передач;

U_p – передаточное число главной передачи.

Режим разгона автомобиля при пробуксовке сцепления в упрощенном испытательном цикле определяется продолжительностью режима, частотой вращения и крутящим моментом двигателя.

Частота вращения определяется по соотношению (5), а крутящий момент зависимостью:

$$M_{к_с} = \frac{\sum_{i=1}^m M_{к}(t) \cdot \Delta t_i}{\Delta T}, \quad (14)$$

где $M_{к_с}$ – средние значения соответственно крутящего момента и частоты вращения на отдельных режимах Европейского ездового цикла;

$M_{к}(t)$ – мгновенное значение крутящего момента на i -х участках режима;

Δt_i – продолжительность i -го участка режима цикла;

m – количество участков режимов;

ΔT – общая продолжительность режима.

Следовательно, после упрощения получаем вместо трех режимов трогания автомобиля с места один общий.

Весомость режима трогания с места в упрощенном испытательном цикле составляет $P = 0,02$.

5. Разгон автомобиля при заблокированном сцеплении (разгон бензинового двигателя автомобиля при работе в режиме частичных нагрузок или при полной нагрузке). В Европейском ездовом цикле, режим разгона при заблокированном сцеплении встречается шесть раз в течение одного цикла: на I передаче – три раза, на II передаче – два, на III передаче – один.

В упрощенном испытательном цикле режим разгона при заблокированном сцеплении составляют отдельные участки в зависимости от передачи, которая используется водителем. Режим разгона при заблокированном сцеплении на I передаче заменяется режимом, составляющим участки 4, 11, 21, режим разгона при заблокированном сцеплении на II передаче заменяется режимом, составляющим участки 13, 23, режим разгона при заблокированном сцеплении на III передаче заменяется одним участком 25.

Разгон автомобиля при заблокированном сцеплении происходит вследствие существования связи между двигателем и трансмиссией и выполнения условия $n_d = n_{зч}$ и заканчивается при заданной частоте вращения коленчатого вала на i -й передаче.

$$\frac{dV}{dt} = \frac{1}{\delta(m_0 + m_b)} \left[\frac{M_{кн} \cdot U_i \cdot U_p \cdot \eta_T}{r_d} - P_f \pm P_i - P_w \right], \quad (15)$$

где η_T – КПД трансмиссии;

δ – коэффициент учета масс, которые вращаются;

r_k – динамический радиус колеса, м.

m_0 – масса автомобиля, кг;

m_b – масса груза, кг.

U_i – передаточное число коробки передач;

U_p – передаточное число раздаточной коробки передач;

P_f – сила сопротивления качению автомобиля, Н;

P_i – сила сопротивления подъема, Н;

P_w – сила сопротивления воздуха, Н.

Коэффициент учета вращающихся масс, δ находим по формуле:

$$\delta = 1 + \frac{\sum_{i=1}^n I_{кi} + I_d \cdot U_i^2 \cdot U_p^2 \cdot \eta_T}{(m_0 + m_b) \cdot r_d^2}, \quad (16)$$

где $\sum_{i=1}^n I_{кi}$ – суммарный момент инерции колес автомобиля, кг·м²;

I_d – момент инерции вращающихся масс двигателя кг·м².

Другие составляющие силы уравнения тягового баланса находим по формулам:

$$P_f = (m_0 + m_b) \cdot g \cdot f \cdot \cos \alpha, \quad (17)$$

где f – коэффициент сопротивления качению, Н/кг;

α – угол подъема (спуска) дороги, град;

$$P_i = (m_0 + m_b) \cdot g \cdot \sin \alpha, \quad (18)$$

$$P_w = kF \cdot V_a^2, \quad (19)$$

где kF – фактор сопротивления воздуха, Н·с²/м²;

V_a – скорость автомобиля, м/с.

Каждый такой участок в упрощенном цикле заменяется «средней точкой», представляющей средние значения параметров, определяющих режим работы двигателя M_k и n_d , определяемых по зависимостям (5) и (14). Далее участки, относящиеся к одной и той же передаче, заменяются «средней точкой», объединяются по своей продолжительности, образуя при этом один режим.

Таким образом, при упрощении таких режимов образуется три устоявшихся режима, заменяющих режимы разгона при сблокированном сцеплении в зависимости от используемой передачи. В упрощенном испытательном цикле весомость режима при сблокированном сцеплении на I передаче составляет – 0,036, на II передаче – 0,076, на III передаче – 0,044.

6. Движение автомобиля при переключении передач. В упрощенном цикле режимы переключения передач заменяются устоявшимися режимами, которые составляют участки 12, 22, 24. Эти участки присоединяются к участкам, составляющим режим принудительного холостого хода.

Для перехода на высшую передачу водитель с помощью сцепления отсоединяет двигатель от трансмиссии. Двигатель работает в режиме принудительного холостого хода (ПХХ). Уравнение его движения:

$$I_d \cdot \frac{dn_d}{dt_3} = M_T \cdot \frac{30}{\pi}, \quad (20)$$

где t_3 – время с момента выключения сцепления, с.

M_T – момент механических потерь в двигателе, Н·м.

Показатели работы во время переключения передач в упрощенном цикле определяются временем режима, частотой вращения двигателя и его крутящим моментом. В упрощенном испытательном цикле замена «средней точкой» режима движения автомобиля при переключении передач выполняется по формулам (5) и (14).

7. Устоявшееся движение автомобиля. Европейский ездовой цикл включает четыре режима установившегося движения автомобиля: на I передаче при $V_a = 15$ км/ч (участок 5), на II передаче при $V_a = 32$ км/ч (участок 14), на III передаче при $V_a = 50$ км/ч (участок 26), на III передаче при $V_a = 35$ км/ч (участок 29). Режимы движения с постоянной скоростью являются устоявшимися, поэтому замена таких режимов в упрощенном испытательном цикле не выполняется.

Таким образом, упрощенный цикл включает четыре режима установившегося движения автомобиля, значимость которых составляет: для $V_a = 15$ км/ч – 0,042, для $V_a = 33$ км/ч – 0,125, для $V_a = 50$ км/ч – 0,062, для $V_a = 35$ км/ч – 0,065.

Крутящий момент для движения автомобиля с постоянной скоростью определяется по следующему уравнению:

$$M_k = \frac{[(m_0 + m_b) \cdot (f_0 \cdot \cos \alpha + f_0 \cdot A \cdot V_a^2 \cdot \cos \alpha \pm \sin \alpha) + kF \cdot V_a^2] \cdot r_d}{U_i \cdot U_p \cdot \eta_T}, \quad (21)$$

где A – условное сопротивление, c^2/m^2 ; ($A=4...5 \cdot 10^{-5}$).

Частота вращения коленчатого вала двигателя определяется по зависимости:

$$n_d = \frac{V_a \cdot U_i \cdot U_p}{\pi \cdot r_K} \cdot 30, \quad (22)$$

8. Замедление автомобиля с соединенными трансмиссией и двигателем (работа двигателя в режиме принудительного холостого хода). В упрощенном цикле это режимы участка 6, 16, 27, 30.

Для случая замедления автомобиля, когда существует связь с трансмиссией, процесс описывается дифференциальным уравнением:

$$\frac{dV}{dt} = \frac{1}{\delta(m_0 + m_b)} \cdot \left[\frac{M_T \cdot U_i \cdot U_p}{\eta_T \cdot r_d} - P_f \pm P_i - P_w \right], \quad (23)$$

где $(m_0 + m_b)$ – полная масса автомобиля, кг;

M_T – момент механических потерь двигателя при закрытых дроссельных заслонках, Н·м.

Работа двигателя в режиме торможения автомобиля с заблокированным сцеплением аналогична его работе во время переключения передач, в упрощенном испытательном цикле, эти режимы сводятся в один по своей продолжительности. Поэтому режим ПХХ в упрощенном цикле заменяется режимом, который составляют участки 6, 12, 16, 22, 24, 27, 30. Общая весомость режима, заменяющего режим принудительного холостого хода, в упрощенном цикле составляет 0,062 (6,2 % времени продолжительности цикла).

9. Замедление автомобиля с отсоединенным от трансмиссии двигателем характеризует работу двигателя в режиме минимальной частоты холостого хода. В упрощенном цикле это участки 7, 17, 28, 31. Как указано выше, эти участки объединяются по продолжительности с участками, которые определяют режим минимальной частоты холостого хода.

Указанные режимы, в определенной комбинации вариантов состояния системы «водитель–автомобиль–дорога», образуют на участке в 1013 м Европейский городской цикл. Таким образом, в

упрощенном испытательном цикле все неустановившиеся режимы заменяются аналогами установившихся, что позволяет значительно упростить проведение испытаний.

Список использованных источников

1. 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. – EDN ZAXUKD.
2. 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. – EDN UVTRAJ.
3. 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. – EDN OBZRMU.
4. Влияние добавки водородосодержащего газа к топливовоздушной смеси на работу бензинового двигателя / Д. В. Доровских, Ю. Е. Глазков, И. Ю. Доровских, М. М. Глазкова // Наука в центральной России. – 2019. – № 4(40). – С. 68-78. – DOI 10.35887/2305-2538-2019-4-68-78. – EDN ZSKBVA.
5. 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. – EDN BWDTQV.
6. Анализ применения различных видов биотоплива в дизельных двигателях / 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. 220-222. – EDN XFJOVP.

УДК 656.1

73.31.41: Техническая эксплуатация и ремонт средств автомобильного транспорта. Автосервис

МЕТОДИКА СТЕНДОВЫХ ИСПЫТАНИЙ ЛЕГКОВОГО АВТОМОБИЛЯ НА РЕЖИМАХ УПРОЩЕННОГО ИСПЫТАТЕЛЬНОГО ЦИКЛА

Лавренченко Анатолий Александрович,

*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 Александр Васильевич,

*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*

Для проведения стендовых исследований и отработки упрощенных испытательных циклов использовался двигатель ВА3-2106, как наиболее распространенный и изученный в техническом плане агрегат. Для этого двигателя были получены энергетические, топливно-экономические и экологические показатели его работы в широком диапазоне скоростных и нагрузочных режимов, а также опре-

делено техническое состояние по показателям топливной экономичности и выбросам вредных веществ в условиях эксплуатации при испытании по упрощенным испытательным циклам.

Задачи, которые решались во время проведения испытаний:

- определение показателей работы двигателя ВАЗ–2106 в разных нагрузочных режимах, а также в режимах активного и принудительного холостых ходов;
- определение технического состояния двигателя ВАЗ 2106 по его экологическим показателям и топливной экономичности, определенными в режимах разработанного упрощенного испытательного цикла.

По данным, полученным при стендовых исследованиях двигателя, определялись коэффициенты полиномиальных зависимостей, описывающих энергетические, экономические и экологические показатели двигателя, по которым составляется математическая модель, которая описывает двигатель как источник вредных выбросов и потребителя топлива и воздуха.

Для достижения цели исследований в программу стендовых экспериментальных исследований входили:

- Определение скоростных характеристик активного и принудительного холостого хода.
- Определение технического состояния двигателя автомобиля при испытаниях на режимах разработанного упрощенного испытательного цикла.
- Выявление типовых неисправностей основных систем двигателя ВАЗ–2106 при исследованиях по упрощенным испытательным циклам.

Скоростные и нагрузочные характеристики двигателя ВАЗ–2106 определялись согласно ГОСТ 14846-81 «Двигатели автомобильные. Методы стендовых испытаний». Во время испытаний использовался автомобильный бензин А–95 ГОСТ 2084-77.

Скоростные характеристики холостого хода определялись в следующем диапазоне изменения частоты вращения: активного холостого хода от $n_{xxmin} = 850 \text{ мин}^{-1}$ до $n_d = 3360 \text{ мин}^{-1}$, принудительного холостого хода – от $n_d = 900 \text{ мин}^{-1}$ до $n_d = 2930 \text{ мин}^{-1}$. Измерялись следующие величины: время расхода определенных доз топлива и воздуха, крутящий момент двигателя, разрежение во впускном трубопроводе, положение дроссельных заслонок, угол опережения зажигания, температуры: охлаждающей жидкости, масла и отработавших газов, давление масла в системе смазки, концентрации вредных веществ отработавших газов CO , CO_2 , C_mH_n , NO_x .

Рассчитывались – эффективная мощность двигателя N_e , часовой G_T и удельный g_e расход топлива, часовой расход воздуха G_B , коэффициент избытка воздуха α и массовые выбросы вредных веществ M_{CO} , M_{CO_2} , $M_{\text{C}_m\text{H}_n}$, M_{NO_x} .

Серия нагрузочных характеристик двигателя определялась в режимах с частотами вращения $n_d = 1200, 1500, 1800, 2100$ и 2400 мин^{-1} и на пяти уровнях значений разрежения во впускном трубопроводе $\Delta p_k = 4; 20,5; 37; 53,5; 70 \text{ кПа}$.

Стендовые испытания автомобиля ВАЗ–2106 проводились на моделирующем роликовом стенде, где можно имитировать режимы упрощенного ездового цикла, режимы которого аналогичны режимам городского цикла. Во время испытаний фиксировались следующие параметры: расход топлива G_T , мгновенная скорость автомобиля V_a , продолжительность испытания t , путь S , который автомобиль прошел за испытания, температуры топлива t_T , воздуха t_B , масла t_m , трансмиссии t_{tr} , охлаждающей жидкости $t_{ож}$.

Перед определением характеристик, системы двигателя были отрегулированы согласно инструкции по эксплуатации данной модели двигателя ВАЗ-2106, а также была осуществлена проверка двигателя по содержанию оксида углерода и углеводородов в отработавших газах согласно ГОСТ Р 17.2.2.07-2000.

Во время экспериментальных исследований была получена серия характеристик в широком диапазоне нагрузочных и скоростных режимов.

Рост частоты вращения обеспечивался открытием дроссельной заслонки $\phi_{др} = 0...15\%$. В результате этого, расход топлива G_T изменялся с 0,62 до 2,48 кг/ч, а расход воздуха G_B с 8,9 до 38,0 кг/час. С нарастанием частоты вращения $n_{xxmin} = 850 \text{ мин}^{-1}$ до $n_d = 1300 \text{ мин}^{-1}$ состав топливовоздушной смеси несколько обогащается $\alpha = 0,96...0,87$ и стабилизируется на этом уровне до $n_d = 2400 \text{ мин}^{-1}$, а далее по достижении $n_d = 2600 \text{ мин}^{-1}$ несколько обедняется до $\alpha = 0,98...1,02$. Изменение скоростного режима влечет увеличение угла опережения зажигания θ с 8 до 37 градусов поворота коленчатого вала.

Характеристика активного холостого хода показана на рисунке 1.

Изменение концентрации вредных веществ в отработавших газах связано с составом смеси. Даже при незначительном ее обогащении, содержание CO увеличивается с 1,17 % в режиме минимальной частоты вращения холостого хода до 1,44 % при $n_d = 1300 \text{ мин}^{-1}$, а далее уменьшается до 0,33 %. Концентрация C_mH_n медленно уменьшается с 262,6 млн⁻¹ до 50 млн⁻¹. Значения концентраций продуктов

неполного сгорания в режиме минимальной частоты вращения холостого хода составляют: $CO = 1,17\%$ и $C_mH_n = 262,6 \text{ млн}^{-1}$, что соответствует требованиям ГОСТ Р 17.2.2.07-2000 на содержание названных соединений в отработавших газах бензиновых двигателей в данном режиме.

Концентрация продукта полного сгорания углерода CO_2 возрастает с $12,89\%$ до $13,8\%$, вследствие того, что в процессе сгорания принимает участие большее количество кислорода.

Оксиды азота NO_x в этом режиме образуются в незначительном количестве. Происходит это из-за низкой температуры сгорания. Измеренные концентрации составляют $NO_x = 141...246 \text{ млн}^{-1}$.

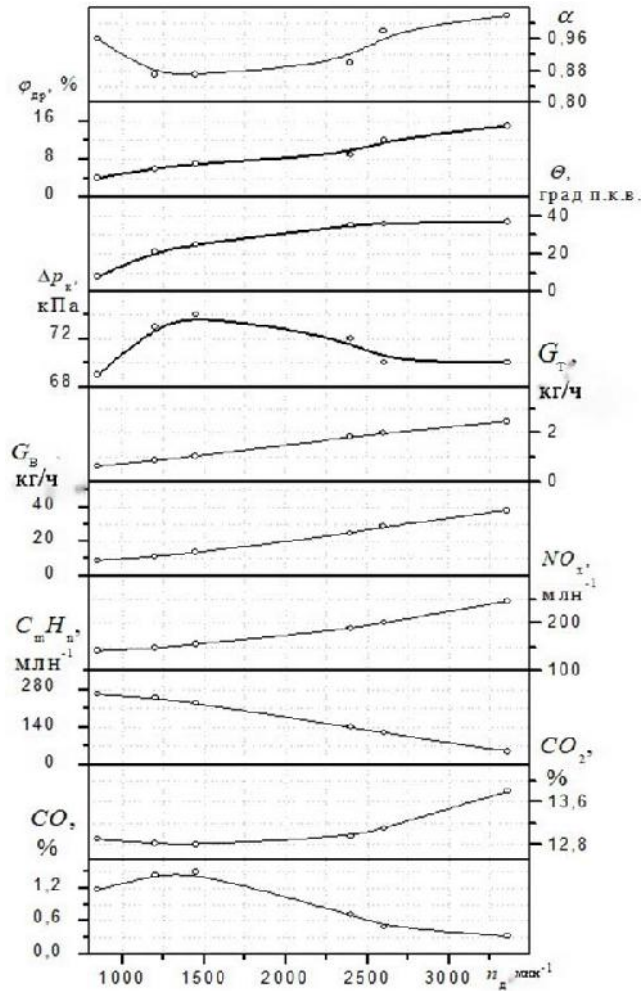


Рисунок 1 - характеристика активного холостого хода бензинового двигателя ВАЗ-2106

Режим принудительного холостого хода (ПХХ) считается одним из основных режимов работы автомобильных двигателей в условиях эксплуатации [1,2]. В частности, он характерен для ездового цикла, выбранного для исследования, работа двигателя именно в режиме ПХХ сопровождает процесс переключения передач и замедление автомобиля, когда дроссельные заслонки закрыты [3].

На рисунке 2. показаны зависимости параметров работы двигателя и экологических показателей от частоты вращения во время работы двигателя ВАЗ–2106 в режиме ПХХ.

Часовые расходы топлива и воздуха, а следовательно и коэффициент избытка воздуха, фактически не зависят от изменения частоты вращения. Это объясняется тем, что разрежение во впускном трубопроводе составляет $\Delta p_k = 70...86 \text{ кПа}$, то есть имеет место сверхкритическое движение воздуха через диффузор [4].

Изменение скоростного режима влечет за собой нарастание угла опережения зажигания $\theta = 8...26$ град.

Уменьшение концентраций CO_2 при постоянных значениях CO объясняется нарушением процесса сгорания, что приводит к росту углеводородов C_mH_n в отработавших газах. Концентрации NO_x в этом режиме небольшие – максимальные значения составляют около $NO_x = 100 \text{ млн}^{-1}$.

Во время экспериментальных исследований основных систем по упрощенному испытательному циклу, были проведены испытания технически исправного и с различными неисправностями двигателя ВАЗ 2106.

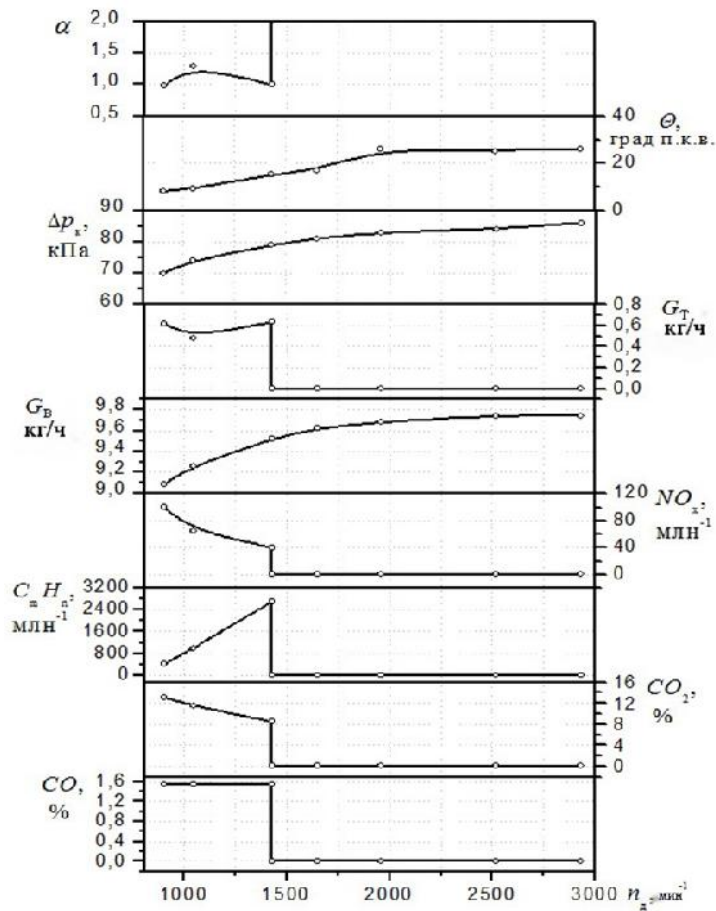


Рисунок 2 - характеристика принудительного холостого хода двигателя ВАЗ–2106

Типичные неисправности системы питания двигателя, такие как повышение уровня топлива в поплавковой камере карбюратора, неплотности между клапаном поплавкового механизма и седлом, изменение пропускной способности воздушных жиклеров, засорение воздушного фильтра, и тому подобное имитировано прикрытием воздушной заслонки карбюратора [4].

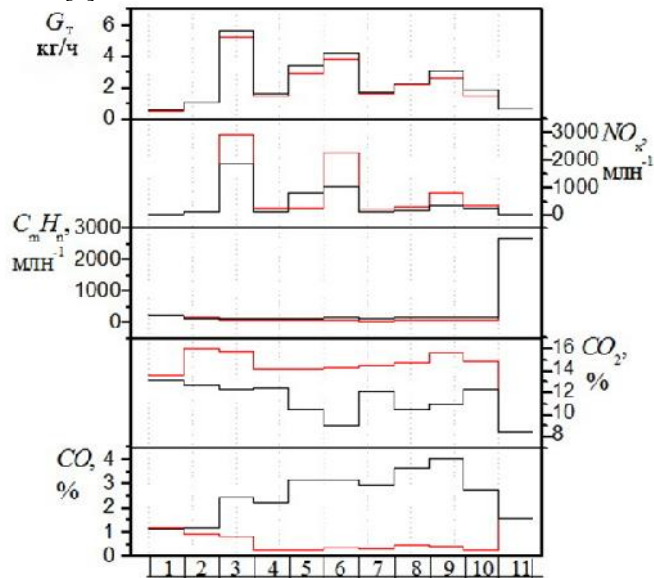
Перечисленные неисправности системы питания приводят к нарушению оптимального соотношения количества воздуха и топлива, поступающих в цилиндры двигателя, которое должно существенно меняться для обеспечения наилучших показателей двигателя в различных режимах. Поэтому, при чрезмерном обогащении топливо–воздушной смеси, процесс сгорания происходит не полностью, вследствие чего наблюдается значительное ухудшение топливной экономичности, повышение выбросов продуктов неполного сгорания оксида углерода CO и углеводородов $C_m H_n$ [5,6].

Изменение экологических показателей и топливной экономичности технически исправного двигателя и с имитируемыми прикрытой воздушной заслонкой карбюратора неисправностями показана на рисунке 3.

Одна из характерных неисправностей системы зажигания – отклонение угла опережения зажигания от оптимального. Специально устанавливался поздний угол опережения зажигания, который был установлен на 8 град. позже от оптимального.

Влияние момента зажигания на показатели двигателя обусловлено значительным изменением характера протекания рабочего процесса на ранних и поздних углах опережения зажигания по сравнению с оптимальным. При позднем угле опережения, вследствие задержки воспламенения смеси и отдачи теплоты в стенки цилиндра по мере движения поршня от верхней мертвой точки сначала давление ниже, по сравнению с процессом сжатия, а затем в результате сгорания давление повышается. В результате значительного увеличения объема и теплоотдачи максимальное давление, температура и индикаторная работа в этом случае значительно меньше, чем при оптимальном угле. Снижение температуры в цилиндре двигателя обуславливает уменьшение концентрации оксидов азота NO_x при неиз-

менном составе топливоздушной смеси. При этом выбросы оксида углерода CO, которые зависят в первую очередь, от состава горючей смеси, практически не меняются. Одновременно уменьшаются выбросы углеводородов C_mH_n [4].



— технически исправный двигатель
— двигатель с неисправностями системы питания

Рисунок 3 - изменение показателей работы двигателя ВАЗ-2106: технически исправного и с неисправностями в системе питания

Необходимо отметить, что во время проведения экспериментальных испытаний угол опережения зажигания был уменьшен на незначительную величину, поэтому выбросы углеводородов C_mH_n несущественно увеличились в результате роста расхода топлива.

Стендовые испытания автомобиля ВАЗ-2106 позволили определить показатели его работы в упрощенном испытательном цикле, которые необходимы для доказательства адекватности математической модели движения автомобиля по ездовым циклам.

Список использованных источников

1. 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. – EDN ZAXUKD.
2. 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. – EDN UVTRAJ.
3. 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. – EDN OBZRMU.
4. Влияние добавки водородосодержащего газа к топливоздушной смеси на работу бензинового двигателя / Д. В. Доровских, Ю. Е. Глазков, И. Ю. Доровских, М. М. Глазкова // Наука в центральной России. – 2019. – № 4(40). – С. 68-78. – DOI 10.35887/2305-2538-2019-4-68-78. – EDN ZSKBVA.

5. 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. – EDN BWDTQV.
6. Анализ применения различных видов биотоплива в дизельных двигателях / 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. 220-222. – EDN XFJOVP.

УДК 629.016

73.31.01: Общие вопросы

ОБЗОР И АНАЛИЗ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ТОПЛИВНОЙ ЭКОНОМИЧНОСТИ АВТОМОБИЛЯ

Девицкий Игорь Александрович,

*ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», магистрант кафедры
«Техника и технологии автомобильного транспорта»
e-mail: devitsckij@yandex.ru*

Хольшев Николай Васильевич,

*ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», доцент кафедры
«Техника и технологии автомобильного транспорта»
e-mail: xhb@live.ru*

Одним из важных эксплуатационных параметров автомобиля является топливная экономичность. Данному показателю в последнее время уделяется большое внимание в связи с постоянным ростом цен на топливо и ужесточением экологических требований к автомобилям [2]. Одним из перспективным, в настоящее время, путей снижения экологической нагрузки от автомобилей является отказ от двигателей внутреннего сгорания и переход на электропривод. Такому пути решили следовать многие мировые концерны, например компания «Audi», концерн «Daimler» [7, 8]. Их представитель заявили от полного отказа от разработки новых ДВС, но о продолжении совершенствования конструкции уже разработанных двигателей. Последствия массового переход на электропривод произойдет еще не так скоро и последствия этого в экологическом плане точно не известны - отработавшие свой срок службы нуждаются в переработке и процесс этот также негативно влияет на экологию. Поиск альтернативы ДВС в любом случае необходим, что связано с ограниченными запасами нефти. Многие автопроизводители пока не намерены отказываться классических ДВС и делают упор на их совершенствование с учетом новых материалов и технологий. Но мало сделать экономичный и экологичный двигатель. Необходимо еще рационально подобрать под него трансмиссию с учетом условий эксплуатации и требуемых скоростных характеристик [3]. На сегодняшний день назрела необходимость на разных стадиях конструирования автомобилей осуществлять многовариантные расчеты и проводить сравнительный анализ показателей топливной экономичности с учетом конкретных дорожных условий и режимов движения, типичных для регулярной эксплуатации. Такой анализ будет способствовать улучшению качества перспективных моделей автомобилей благодаря более рациональному выбору базовых параметров, прогрессивных конструкций узлов и агрегатов. Этим определяется целесообразность дальнейшего развития методов оценки топливной экономичности автотранспортных средств по обобщенным оценочным показателям с созданием усовершенствованных методик их расчетного определения на ЭВМ.

Для адекватной оценки топливной экономичности автомобиля с учетом многовариантности параметров двигателя и параметров трансмиссии необходимы четкие критерии и показатели нормирования расхода топлива. До сих пор наблюдается расхождение количественных показателей и методов оценки топливной экономичности автомобилей на стадии конструирования автомобилей и в практике их последующей эксплуатации. В первом случае показатели топливной экономичности автомобилей определяются при строго регламентированных условиях и режимах испытаний, а во втором – на основании учета опытно-статистических и расчетных данных для средних условий эксплуатации. Во многих исследованиях основным оценочным показателем топливной экономичности автомобиля принят путевой расход топлива Q_3 в л/100км, определяемый по топливно-экономическим характеристикам в зависимости от скорости движения. В работе [4] этот показатель определяется в функции эффективно-

го удельного расхода топлива двигателем g_e , г/кВт·ч, и затрат эффективной мощности двигателя N_e в кВт для преодоления внешних сопротивлений движению автомобиля.

Рядом авторов [6] в разное время разработаны различные средства использования в расчетах расхода топлива на автомобиле соответствующих характеристик работы двигателя. Но обычно их практическое применение связано с определением скоростных и нагрузочных характеристик автомобильного двигателя путем стендовых испытаний, отличающегося значительной трудоемкостью, и не всегда доступно на стадии конструирования. В этой связи, созданы приближенные методы расчета основных характеристик работы двигателя. При относительной простоте внедрения этих способов не достигается высокая точность получаемых результатов из-за сильного осреднения данных при определении коэффициентов эмпирических уравнений. В связи с этим, для повышения точности определения показателей топливной экономичности и скоростных свойств автомобилей непосредственно используются экспериментальные скоростные и нагрузочные характеристики аппроксимируемые с помощью полиномов. Исходными данными при этом служат скоростная внешняя, частичные и нагрузочные характеристики двигателя. Благодаря математической обработке экспериментальных данных на ЭВМ достигается высокая точность их аппроксимации с проверкой по статистическим критериям.

Путевой расход определяют при известном значении скорости движения автомобиля, поэтому точность ее определения оказывает существенное влияние на оценку топливной экономичности. Известно, что расчетная скорость может превышать величину, возможную к реализации по тягово-скоростным свойствам автомобиля в заданных условиях движения. Различные способы вычисления скорости при условии наиболее полной реализации этих свойств преимущественно распространены в современных методиках оценки расхода топлива на автомобиле [5]. Но при этом не учитывается влияние ряда существенных факторов, вынужденно ограничивающих полную реализацию скоростных свойств автомобиля [4]. В результате, в расчете расхода топлива не отражены изменения эксплуатационных скоростей движения автомобилей и его типовые ограничения. В то же время учет таких ограничений, наряду с анализом предельных тяговых и скоростных возможностей автомобиля, является необходимым требованием для более точного описания дорожно-эксплуатационных условий. Следует отметить, что затруднена также и оценка влияния скорости движения на расход топлива по экономической и топливно-экономической характеристикам [6], поскольку они соответствуют режиму движения автомобиля на более высоких передачах с устойчивыми скоростями по горизонтальной дороге [3].

Путевой расход топлива широко используется в аналитических и экспериментальных исследованиях топливной экономичности различных типов автотранспортных средств. Современные методы расчетов расхода топлива основаны на применении различных математических моделей движения автомобиля и вычислительной техники. Например, аналитическое определение расхода топлива на автомобиле по циклам устойчивого и неустойчивого движения освещено в работе [4].

Наряду с аналитическими методами оценки топливной экономичности автомобилей в нашей стране и за рубежом обязательно используются экспериментальные исследования. Согласно ГОСТ Р 54810-2011 топливная экономичность автомобиля оценивается расходом топлива при заданных скоростях движения; расходом топлива в магистральном цикле на дороге; расходом топлива в городском цикле на дороге; топливная характеристика установившегося движения; контрольный расход топлива. Эти показатели применимы только при натурных испытаниях для транспортных средств, которые уже изготовлены, хотя бы в качестве опытного образца, и являются трудоемкими в плане проведения и выполнения расчетов. Не дают возможность на стадии компоновки автомобиля достаточно точно оценить уровень топливной экономичности конкретной компоновки без ее изготовления.

Большую практическую ценность имеют результаты наблюдений расхода топлива серийных и опытных моделей автомобилей в длительных испытательных пробегах и на типовых маршрута. Они характеризуют совместное влияние большой совокупности случайных факторов на топливную экономичность автомобилей в реальных условиях эксплуатации. Такие данные позволяют выявить влияние частичной загрузки автомобиля, технического состояния агрегатов, нестабильности дорожных условий и многих других факторов, что трудно описать аналитическими методами. Но проведение таких испытаний требует больших затрат времени и средств, а полученные таким образом данные могут быть частично использованы при проектировании автомобилей.

Наряду с топливной характеристикой установившегося движения для оценки топливной экономичности автомобиля используют следующие показатели: контрольный расход топлива; топливная характеристика на дороге с переменным продольным профилем и средний расход топлива.

Анализ первых двух показателей показывает, что они характеризуют топливную экономичность автомобиля в отдельных долевых режимах движения. Наиболее общим показателем следует считать средний расход топлива и соответствующую характеристику.

В некоторых работах отмечалось, что по действующему в настоящее время стандарту для оценки топливной экономичности легковых автомобилей используют значения расхода топлива, л/100 км, в ездовом (городском) цикле, а также при движении по шоссе со скоростями 90 и 120 км/ч. Технический

уровень конструкции автомобилей по каждому из этих параметров сравнивать удобно, однако установить, каким будет расход топлива в процессе эксплуатации автомобиля, они не позволяют. Чтобы полнее оценить топливную экономичность автомобиля, предлагается использовать третий параметр - так называемый квазиэксплуатационный, учитывающий расход топлива в различных условиях движения и пропорциональный пробегу автомобиля в этих условиях. При подсчете этого параметра предполагают, что пробег в условиях городов средней полосы нашей страны составляет около 52,5% от пробега автомобиля за весь срок эксплуатации, а остальную часть составит пробег на шоссе и других специфических дорожных условиях.

Более широкое использование среднего расхода топлива в качестве показателя топливной экономичности автомобиля предлагалось также автором работы [4]. В монографии [1] рекомендовано оценивать топливную экономичность автомобиля средним расходом топлива при нормальном эксплуатационном режиме движения в различных дорожных условиях при разной полезной нагрузке автомобиля. Для оценки топливной экономичности автомобилей применяется ряд средних и средневзвешенных показателей, по которым затем выделяется «базовый» расход топлива. Под «базовым» расходом топлива понимается средневзвешенный расход топлива, полученный в стабильных условиях движения автотранспортных средств (горизонтальная дорога с твердым покрытием, заданный скоростной режим и т.п.), при езде по магистральному и городскому ездовым циклам, имитирующим реальные эксплуатационные режимы движения. Соотношение частиц расхода топлива в циклах определяется по коэффициентам весомости, представляющим собой отношение пробегов в городских и магистральных условиях к общему пробегу автомобиля в эксплуатации, принятом за единицу. С «базовым» расходом тесно связан среднеинтегральный расход топлива, определяемый в л/100 км за весь цикл испытаний автомобиля.

Из анализа литературных источников видно, что средние расходы топлива, названные как средние, средневзвешенные, «базовые», квазиэксплуатационные применяют для предварительной оценки конструктивных мер, направленных на улучшение топливной экономичности автомобиля, а также для контроля стабильности продукции, производимой тем или иным другим предприятием. Кроме того, использование показателей в виде средних расходов топлива не только позволяет более точно оценивать уровень топливной экономичности по отношению к разным дорожно-эксплуатационным условиям использования автомобиля, но и обеспечивает более обоснованное нормирование эксплуатационного расхода топлива. Современное состояние автомобилестроения нуждается в дальнейшем развитии и создании новых имитационных моделей расхода топлива, более полно отражающих типовые эксплуатационные условия движения автомобилей. В основу таких моделей может быть положено определение среднего расхода топлива на заданном обобщенном маршруте, о чем неоднократно упоминалось в рассмотренных выше литературных источниках. Для оперативной оценки топливной экономичности автомобиля на стадии компоновки его трансмиссии и определения ее параметров необходимо использовать компьютерные технологии, позволяющие повысить оперативность и точность расчетов.

Список использованных источников

1. Автомобильные транспортные средства / Д.П. Великанов, В.И. Бернацкий, Б.Н. Нифонтов, И.П. Плеханов; под ред. Д.П. Великонова. – М.: Транспорт, 1977. – 326 с.
2. Доровских, Д. В. Автоматизированное регулирование топливopодачи в дизельном двигателе с ограничением по дымности / Д. В. Доровских, Ю. Е. Глазков // Наука и Образование. – 2019. – Т. 2. – № 4. – С. 259. – EDN PОВMAO.
3. Ситовский О.Ф. Повышение технико-эксплуатационных свойств легковых автомобилей малого класса повышенной проходимости путем оптимизации параметров системы "двигатель - трансмиссия": дисс. канд. техн. наук: 05.22.02: Киев, 2001. – 145 с.
4. Токарев А.А. Выбор неадекватных конструктивных параметров автомобиля и его агрегатов с помощью КПД // Автомобильная промышленность. – 2001. - №1. – С. 9-11.
5. Хольшев Н.В. Расчёт тягово-динамических и топливно-экономических показателей автомобиля [Электронный ресурс]: метод. указ. / Н. В. Хольшев, Д. Н. Коновалов. - Тамбов: ФГБОУ ВО "ТГТУ", 2017.
6. 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. – EDN YPFPNB.
7. Euro-7-Norm: Audi entwickelt keine neuen Verbrenner mehr [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.automobilwoche.de/article/20210316/AGENTURMELDUNG/303159940/1276/euro%E2%80%93norm-audi-entwickelt-keine-neuen-verbrenner-mehr> (дата обращения: 04.04.2022)
8. Loveday, E. The future is electric and Daimler is ready to make the transition. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://insideevs.com/news/371793/daimler-no-gas-engine-electric-only/> (дата обращения: 04.04.2022)

АНАЛИЗ МЕТОДОВ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПЕРЕДАТОЧНЫХ ЧИСЕЛ ТРАНСМИССИИ АВТОМОБИЛЯ

Девитский Игорь Александрович

*ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», магистрант кафедры
«Техника и технологии автомобильного транспорта»
e-mail: devitsckij@yandex.ru*

Хольшев Николай Васильевич

*ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», доцент кафедры
«Техника и технологии автомобильного транспорта»
e-mail: xhb@live.ru*

Изменение показателей внешней работы разных типов двигателей, которые могут быть установлены на автомобилях, обуславливает изменение показателей тягово-скоростных свойств автомобилей. Если тяговые свойства можно скорректировать достаточно просто вводом в трансмиссию автомобиля понижающей передачи, то скоростные свойства требуют более подробной оценки путем анализа подбора передаточных чисел промежуточных передач. Одним из реальных путей улучшения тягово-скоростных качеств и топливной экономичности автомобилей является реализация в их конструкциях оптимальных параметров трансмиссии (количества ступеней и передаточных чисел) [2, 6]. Для этого необходим достоверный метод определения ряда передаточных чисел трансмиссии автомобиля, учитывающий возможность оборудования автомобиля различными типами двигателей. Существующие методики подбора ряда передаточных чисел трансмиссии автомобиля сводятся к расчету ряда передаточных чисел коробки передач по математическим законам, при условии обеспечения высоких показателей технико-эксплуатационных свойств, в том числе разгонных качеств и топливной экономичности, по аналогии с бесступенчатой трансмиссией. На данный момент существует много исследований по обоснованию параметров оптимизации выбора передаточных чисел трансмиссии.

Яковлев Н.А., Диваков Н.В. [8] указывают, что количество передач и величины передаточных чисел в коробке передач целесообразно подбирать так, чтобы обеспечить автомобилю наилучшую способность преодолевать подъемы и разгоняться. Передаточное число первой передачи выбирается по величине максимального сопротивления дороги, проверяется по сцеплению ведущих колес с дорогой. Последняя рабочая передача обычно прямая. Пятая повышающая передача применяется для улучшения экономичных качеств и уменьшения износа двигателя. Передаточное число этой передачи предварительно устанавливается расчетом по мощному балансу так, чтобы при ранее выбранном передаточном числе главной передачи и включенной повышающей передаче, автомобиль развивал максимальную скорость. Окончательно это передаточное число корректируется экспериментальным путем. Как правило, величина передаточного числа пятой передачи находится в пределах 0,70-0,82. Для получения наиболее быстрого разгона нужно обеспечить работу двигателя при возможно большей мощности в каждый момент движения. В случае пятиступенчатой коробки передач средняя используемая мощность оказывается значительно больше, чем при трехступенчатой коробке [8].

Промежуточные передачи в коробке передач должны обеспечивать [6]:

- 1) способность автомобиля преодолевать максимальное сопротивление дороги;
- 2) способность автомобиля быстро разгоняться;
- 3) способность автомобиля иметь возможно высокую скорость движения в тяжелых дорожных условиях и на подъемах;
- 4) эксплуатацию автомобиля в условиях, не позволяющих использовать высокие скорости движения (гололед, выбитая дорога, задержка перед светофорами, движение в колоннах и т.п.);
- 5) обеспечение оптимальных показателей тягово-скоростных и топливно-экономических свойств автомобиля при заданной внешней скоростной характеристике двигателя;
- 6) торможение двигателем на крутом и продолжительном горном спусках.

В большей мере промежуточные передачи в легковых и грузовых автомобилях используются в условиях интенсивного городского движения.

Чем больше ступеней в коробке, тем выше будет средняя мощность и соответственно тем быстрее будет произведен разгон. По мере увеличения числа ступеней интервал оборотов, на которых работает двигатель, уменьшается, и средняя мощность, развиваемая двигателем при различных режимах на

данной передаче, приближается к максимальным. Однако, увеличение количества ступеней больше пяти, не рационально, потому что та незначительная выгода, которая имеет место при шести или семи ступенях из-за лучшего использования мощности двигателя, теряется вследствие большего числа переключений передач. Кроме того, управление автомобилем и конструкция коробки значительно усложняются. Увеличение числа ступеней вызывает значительное увеличение массы и габаритов коробки передач. В связи с этим при применении механических ступенчатых коробок передач чаще всего принимают: на легковых автомобилях – четырех- и пятиступенчатые, на грузовых автомобилях – пяти- и шестиступенчатые коробки [6].

Соотношение между передаточными числами в коробке передач выбирают так, чтобы при разгоне полнее использовать мощность двигателя [6]. Это может быть достигнуто тогда, когда разгон на каждой из передач начинается при одинаковой угловой скорости коленчатого вала. Отношение передаточного числа предыдущей передачи и передаточного числа следующей передачи для всех передач должно быть одинаковым, то есть передаточные числа следует подбирать по геометрической прогрессии [6].

Данный метод определения передаточных чисел основан на допущении, что скорость автомобиля за время переключения передач не уменьшается. В действительности скорость уменьшается и это уменьшение тем больше, чем больше скорость движения, в результате действия сопротивления воздуха. Это служит причиной сближения на практике (5-15 %) передаточных чисел высоких ступеней.

Кроме геометрического ряда передаточных чисел по литературе известны арифметический и гармонический ряды [6].

Арифметический ряд передаточных чисел не получил распространение, потому что плотность ряда от высших ступеней к низшим растет, а это противоречие присутствует в большинстве работ по данному вопросу. И опираются на мнение о том, что высшие ступени должны быть сближены.

Гармонический ряд, напротив, имеет высокую плотность на высших передачах и недостаточную на низших, что в условиях интенсивного городского движения, может привести к понижению разгонных свойств автомобиля [6]. Кроме рассмотренных трех законов, хорошо изученных разными исследователями, применяют и другие.

М.К.Куликов в работе [3] предлагает так называемый динамический ряд передаточных чисел коробки передач, обеспечивающий автомобилю лучшую приемистость. Для решения данной задачи складывается уравнение общего времени разгона автомобиля. Общее время разгона равно сумме времен разгона на передачах с учетом времени на их переключение. В дальнейшем принимается, что все параметры автомобиля и дороги, кроме передаточных чисел коробки передач, будут фиксированными. Передаточные числа могут изменяться. В зависимости от их значений общее время разгона автомобиля будет разным. Для определения минимального значения времени разгона функция общего времени разгона исследуется на экстремум. Анализ функций времени разгона конкретных автомобилей позволяет получить динамический ряд передаточных чисел их коробки передач. В случае трехступенчатой коробки передач динамическому ряду должны соответствовать три последних передачи, пятиступенчатой коробки передач – (первая передача для разгона не применяется) – четыре последние передачи. Передаточное число главной передачи и мощность двигателя должны определяться с учетом реализации динамического ряда передаточных чисел. Данная методика позволяет определить передаточные числа трансмиссии, обеспечивающие автомобилю теоретически лучшую приемистость. Однако при этом не учитываются показатели топливной экономичности.

Анискин Л.Г., Цветок Х.Д. в работе [1] исследуют общий случай выбора передаточных чисел динамического ряда трансмиссионных передач. Разработана методика комплексного анализа всех сторон метода для того, чтобы одновременно рассматривались взаимосвязанные величины: ускорение при разгоне и скорость устойчивого движения в зависимости от передаточного числа трансмиссии. Для случаев работы автомобиля в циклах значительной длины (более 5-6 км) и удовлетворительных дорожных условиях можно применять еще одну – повышающую передачу трансмиссии. Лишнее время на разгон автомобиля до большей конечной скорости при применении такой передачи компенсируется экономией времени. При этом средняя техническая скорость движения может быть не только сохранена, но и превышена (в зависимости от длины цикла). Недостатком данной методики является то, что при определении передаточных чисел не учитываются характеристики топливной экономичности. Кроме того, допущение, что разгон автомобиля осуществляется с одинаковым ускорением на передаче вносит неточность в модель процесса разгона, и следовательно, в результате, является не особо точным [6].

Кроме рассматриваемых методов и методик, в основу которых положено обеспечение одного конкретного показателя, используются еще и комплексные показатели.

Метод, разработанный под руководством М.И. Лурье [4] для грузовых автомобилей и автопоездов с дизелями, предусматривает предварительный выбор мощности двигателя (удельной

мощности автомобиля), исходя из минимальных приведенных народнохозяйственных расходов. При этом минимум затрат определяется путем расчета на ЭВМ значений средней скорости, расхода топлива и соответствующих им значений себестоимости использования автомобиля при его разных значениях удельной мощности.

Для расчета приняты два маршрута – скоростная автополигонная дорога и дорога, напоминающая реальные условия. Воздействие эксплуатационных режимов движения (помех) учитывается путем ограничения максимальной скорости, что допускается, по всему маршруту.

Предварительный выбор параметров трансмиссии сводится к выбору рационального значения коэффициента высшей степени C , который представляет собой отношение наибольшей максимальной скорости V_{\max} автомобиля на горизонтальной дороге к номинальной скорости V_n (скорость на высшей ступени, соответствующая номинальной частоте вращения коленчатого вала двигателя). Данный коэффициент введен в основные расчетные формулы для определения общего передаточного числа трансмиссии и ее диапазона. Оптимальное значение этого коэффициента для грузовых автомобилей и автопоездов рекомендуется в качестве оптимального значение $C=0,85$ [6].

Следующая ступень определяется плотностью ряда (обычно 1,3...1,4). Плотность ряда передаточных чисел трансмиссии автомобиля рекомендуется выбирать в зависимости от условий эксплуатации: для магистральных перевозок в условиях равнинной и бугорчатой местности плотность ряда составляет 1,3-1,4 для высших ступеней 1,6-1,8. Для городских, горных, карьерных и других тяжелых условий – плотность ряда в пределах 1,3-1,4 для всего диапазона трансмиссии.

Рекомендуется выбирать число ступеней коробки передач в зависимости от диапазона передаточных чисел: при диапазоне 6-11 число ступеней 4-6; при больших диапазонах рекомендуется восьми- десяти- двенадцати- и даже пятнадцатиступенчатые трансмиссии. Однако управление такими многоступенчатыми трансмиссиями значительно усложняется. Положительной стороной данного метода есть возможность предварительного ориентированного выбора удельной мощности грузовых автомобилей и автопоездов в зависимости от их полной массы и характера местности по заранее построенным расчетным графикам. Недостатком данного метода является то, что она не дает закономерности построения ряда передаточных чисел коробки [6].

Филькин Н.М. [7] рассматривает расчет оптимальных передаточных чисел трансмиссии автомобиля как задачу оптимизации. В качестве критериев оптимальности предлагаются показатели, характеризующие топливную экономичность и тягово-скоростные свойства автомобиля. Для оценки топливной экономичности такими критериями являются: расход топлива в городских ездовых циклах, расход топлива в магистральном ездовом цикле, расход топлива при заданных постоянных скоростях движения автомобиля. Критериями тягово-скоростных свойств автомобиля могут быть: максимальный преодолеваемый подъем, максимальная скорость на горизонтальном участке пути, время разгона с места с переключением передач к заданной конечной скорости разгона, время разгона с места с переключением передач на заданных мерных участках пути и т.д.

Одновременно улучшать критерии топливной экономичности и тягово-скоростных свойств автомобиля, в общем случае невозможно, потому что многие критерии противоречат друг другу [7]. Кроме того, избранные автором долевые критерии не совсем правильные, потому что их численные значения отличаются между собой на порядок и выше, что может привести к тому, что вес одного критерия превысит все остальные вместе взятые. Кроме того, не точным в данной методике есть еще и то, что коэффициенты весомости критериев оптимальности для низких и высоких ступеней трансмиссии автомобиля одинаковые. Низшие же ступени используются, в основном, для разгона автомобиля. Поэтому для выбора передаточных чисел этих ступеней критерий приемистости автомобиля будет доминирующим. Высшие же ступени, как наиболее часто используемые, должны обеспечивать автомобилю экономичный режим движения и высокую максимальную скорость. Эти показатели для подбора передаточных чисел высших ступеней должны быть доминирующими.

В ряде работ также рекомендуется использовать комплексные показатели оптимизации. Комплексные показатели, принятые как обобщающие параметры оптимизации, включают три очень важных конструктивных фактора – массу полезного груза, скорость движения и расход топлива, что в основном и определяют производительность автомобилей и себестоимость перевозок [6].

В некоторых работах отмечается, что народнохозяйственная эффективность автомобильного транспорта определяется тем, в какой мере он обеспечивает перевозку грузов и пассажиров для того объема и в номенклатуре (для грузов), в которых они рациональны для данного вида транспорта. Следовательно, главным критерием эффективности и качества работы автомобильного транспорта должны стать степень удовлетворения потребностей государства и населения в перевозках и средства, затрачиваемые на достижение этой цели, то есть эффективность автомобильного транспорта состоит из двух основных частей – социальной и экономической [6].

Ряд авторов [5] предлагают оценивать эффективность использования автомобиля следующими обобщающими критериями: результативность – производительность (т·км/год) или социальные и вторые эффекты; экономичность; неповреждаемость (надежность, в частности срок службы в годах, удобство перевозок, уровень внешнего воздействия на людей и внешнюю среду, безопасность и т.д.).

При решении задачи выбора оптимального ряда передаточных чисел трансмиссии автомобиля определение многих факторов, входящих в критерии, представляется очень сложным, потому что это связано с организацией перевозок, уровнем технической базы автотранспортных предприятий (качество ТО и ТР), уровнем подготовки водителей и т.п., а не с конструкцией автомобиля. Поэтому необходим более простой и удобный в инженерных расчетах критерий для оценки эффективности работы грузового автомобиля общего назначения, учитывающий основные зависящие технико-эксплуатационные показатели в основном, от конструкции автомобиля [6].

Такими критериями может быть удельная транспортная производительность автомобиля, определяемая средней скоростью V_{cp} его движения и эксплуатационный расход топлива Q_s . Поэтому выбор передаточных чисел трансмиссии должен быть направлен на повышение V_{cp} и уменьшение Q_s . Очевидно, что увеличение средней скорости движения автомобиля будет способствовать улучшению его разгонных качеств и повышению максимальной скорости.

Таким образом, может быть сформулирована следующая концепция выбора ряда передаточных чисел трансмиссии автомобиля: передаточные числа низших и высших ступеней коробки передач необходимо определять с приоритетом разных критериев [6]:

- передаточные числа промежуточных низких ступеней коробки передач должны определяться при обеспечении автомобиля высоким разгонным качеством. Наряду с этим должна учитываться топливная экономичность автомобиля при разгоне;

- передаточные числа высших ступеней должно определяться при условии обеспечения высокой топливной экономичности и максимальной скорости автомобиля.

Для обеспечения поставленного условия при выборе оптимальных передаточных чисел трансмиссии автомобиля необходимо учитывать характеристики предполагаемых дорожных условий эксплуатации и скоростные режимы движения.

Анализ рассматриваемых методов и методик, а также многочисленных исследовательских работ по совершенствованию методов подбора ряда передаточных чисел трансмиссии автомобиля показывает, что разные авторы используют разные критерии - показатели технико-эксплуатационных свойств автомобилей, но единого общепринятого набора показателей нет [6]. Применяемые методы оптимизации параметров должны обеспечивать высокую точность получаемых результатов, малую трудоемкость исследований, простоту анализа и основываться на количественных показателях. Методы определения оптимальных передаточных чисел трансмиссии автомобиля должны учитывать количественное влияние показателей скоростных качеств и топливной экономичности на эффективность работы автомобиля при изменении его конструктивных параметров. Принцип оптимизации, основанный на отдельной оценке свойств, не может полностью удовлетворить всем требованиям, предъявляемым к способам оптимизации [6].

Фактически критерий/критерии подбора и оптимизации ряда передаточных чисел трансмиссии автомобиля могут быть выбраны только с учетом, того что является приоритетным эксплуатационным параметром (топливная экономичность, устойчивость движения, скоростные свойства и т.д.), обуславливаемым назначением автомобиля и условиями его эксплуатации (характер местности, режим движения и т.д.). Необходима разработка методики, позволяющей с учетом требований покупателя транспортного средства, оперативно осуществлять корректировку параметров трансмиссии автомобиля, в том числе, и при замене двигателя автомобиля. Для оперативности расчетов и повышения их точности необходима разработка и применение при вычислениях приложений для ЭВМ, реализующих алгоритм методики. Это позволит полнее удовлетворять потребности потребителей, реализовывать потенциал конструкции транспортных средств, а также повысить привлекательность таких производителей, которые смогут предложить такую услугу.

Список использованных источников

1. Анискин Л.Г., Квитко Х.Д. Методика выбора передаточных чисел трансмиссии автомобиля, обеспечивающих его разгон в минимальное время // Автомобильная промышленность. - 1963. - №10. - С. 25-29.
2. 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. – EDN MYXLDU.
3. Куликов Н.К. Динамический ряд передаточных чисел коробки передач // Автомобильная промышленность. - 1958. - №12. - С.19-22.

4. Лурье М.И. Мощность двигателя и параметры трансмиссии грузовых автомобилей и автопоездов : автореф. дис. на соискание учен. степени д-ра техн. наук: Москва, 1969. - 64 с.
5. Глазков, Ю. Е. Анализ факторов влияющих на повышение энергоэффективности транспортных средств / Ю. Е. Глазков, Д. В. Доровских // Современная наука: теория, методология, практика : Материалы III-ей Всероссийской (национальной) научно-практической конференции, Тамбов, 13–14 апреля 2021 года. – Тамбов: Издательство ИП Чеснокова А.В., 2021. – С. 221-224. – EDN YJIBEN.
6. Ситовский О.Ф. Повышение технико-эксплуатационных свойств легковых автомобилей малого класса повышенной проходимости путем оптимизации параметров системы "двигатель - трансмиссия": дисс. канд. техн. наук: 05.22.02: Киев. - 2001. – 145 с.
7. Филькин Н.М. Оптимизация передаточных чисел и количества ступеней трансмиссии легкового автомобиля: дисс. канд. техн. наук: 05.05.03: Москва. - 1990. - 150 с.
8. Яковлев Н.А., Диваков Н.В. Теория автомобиля. – М.: Высшая школа, 1962. - 300 с.

УДК 629.3.017

73.31.41: Техническая эксплуатация и ремонт средств автомобильного транспорта. Автосервис

ВЛИЯНИЕ ФРИКЦИОННЫХ СВОЙСТВ ТОРМОЗНЫХ КОЛОДОК НА УСТОЙЧИВОСТЬ АВТОМОБИЛЯ ПРИ ТОРМОЖЕНИИ

Конев Андрей Юрьевич,

*ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», магистрант кафедры
«Техника и технологии автомобильного транспорта»
e-mail: konev.a1998@mail.ru*

Хольшев Николай Васильевич,

*ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», доцент кафедры
«Техника и технологии автомобильного транспорта»
e-mail: xhb@live.ru*

Одной из важнейших проблем, стоящих перед автомобильным транспортом, является улучшение эксплуатационных свойств автомобилей. Одним из важнейших эксплуатационных свойств любого автомобиля, отвечающего непосредственно за безопасность движения, являются его тормозные свойства. Эффективность работы тормозной системы транспортного средства зависит от многих факторов - надежность принципиальной схемы тормозной системы, ее конструктивного исполнения, своевременного технического обслуживания и ремонта, качества применяемых деталей и технических жидкостей. Повышение эффективности тормозной системы обеспечивается повышением ее надёжности за счет применения современных методик расчета, материалов и технологий, а также совершенствованием методов технического обслуживания и ремонта автомобилей [1, 3].

Одной из причин потери устойчивости автомобилем при торможении может быть существенное отличие значений коэффициентов трения тормозных колодок на колесах автомобиля, что приведет к различию между тормозными силами и заносу автомобиля при торможении. Для предотвращения этого явления необходимо знать его причины и величины допуска значений коэффициентов трения на колодках автомобиля.

Механизм возникновения заноса при торможении в этом случае подробно рассмотрен в работах [1, 2] при условии отсутствия или неисправности антиблокировочной системы [1]. Там же приведено выражение для расчета поворачивающего момента с учетом значений тормозных сил на колесах в самом неблагоприятном случае - «тормозные силы по одному из бортов автомобиля (на рисунке 1 по правому борту) больше, полученных с другой стороны: $P_{ТП}^П > P_{ТП}^Л$ и $P_{ТЗ}^П > P_{ТЗ}^Л$, а центр тяжести смещен к борту с меньшим значением тормозных сил» [1]:

$$M_{пов} = P_{ТП}^П \left(\frac{B_{П}}{2} + e \right) + P_{ТЗ}^П \left(\frac{B_3}{2} + e \right) - P_{ТП}^Л \left(\frac{B_{П}}{2} - e \right) - P_{ТЗ}^Л \left(\frac{B_3}{2} - e \right) \quad (1)$$

где $P_{ТП}^Л, P_{ТП}^П, P_{ТЗ}^Л, P_{ТЗ}^П$ - соответственно тормозная сила на левом переднем, правом переднем, заднем левом и правом заднем колесе, Н; $B_{П}$ и B_3 - ширина колеи передних и задних колес автомобиля соответственно, м; e - величина смещения центра масс автомобиля относительно его продольной, м.

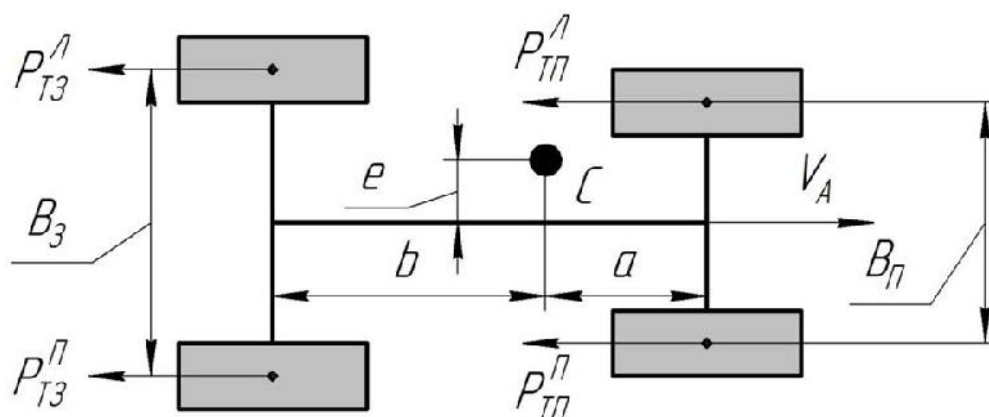


Рисунок 1 - Схема возникновения заноса автомобиля при торможении с неравными тормозными силами на колесах [1]

Как видно из выражения (1), значения тормозных сил на колесах и их соотношение оказывает существенное влияние на величину возмущающего момента. Значения тормозных сил пропорциональны коэффициентам трения в паре колодка - тормозной диск/барабан. Соответственно, существенное отличие в величине коэффициентов трения, даже при равенстве нормальных сил, действующих на тормозные колодки, приведет к возникновению поворачивающего момента и потери устойчивости транспортного средства при торможении. В работах [5, 6] приведен анализ всего многообразия факторов, влияющих на нестабильность тормозных механизмов, и было установлено, что стабильность величин моментов, создаваемых тормозными механизмами, оказывает влияние и на величину тормозного пути, и на устойчивость автомобиля.

Причин отличия значений коэффициентов трения на колодках колес автомобиля несколько. Наиболее распространенная - изменение свойств фрикционных материалов в процессе работы. Это связано с тем, что фрикционные материалы тормозных механизмов современных автомобилей работают в тяжелых условиях, вызванных действием высоких температур, развиваемых скоростей скольжения, статических и динамических нагрузок, резких перепадов температур. Все эти факторы оказывают воздействие на характеристики фрикционных пар, вызывая их изменения. Одним из основных требований, предъявляемых к материалам фрикционных пар, является стабильность указанных характеристик в большом диапазоне температур и нагрузок.

Тепловые процессы, вызванные торможением, и характер их протекания определяют эффективность и надежность тормозных механизмов. Исследования тепловых процессов в тормозных механизмах различных типов, проведенные в работе [6], были направлены на определение условий нормальной работы фрикционных пар. В работе [7] оптимизирован выбор тормозных механизмов легкового автомобиля на стадии проектирования по критерию энергонагруженности. Большинство авторов первостепенным считают определение температуры фрикционной поверхности. Температура на поверхности трения влияет на коэффициент трения и долговечность фрикционного узла. Так, в работе [8] приводятся результаты экспериментальных исследований, демонстрирующие зависимость выходных характеристик тормозных механизмов от температуры фрикционных поверхностей. Чрезмерный нагрев тормозных механизмов приводит к уменьшению коэффициента трения фрикционных поверхностей ниже допустимого значения и повышенному износу фрикционных накладок. Исследованию этого вопроса посвящены также работы [3]

В работе [4] было подтверждено, что если при нагреве деталей тормозных механизмов поверхностные и объемные температуры превышают допустимые значения, то изменяются фрикционные свойства пар трения и при взаимодействии деталей, а это обуславливает изменение характеристик тормозных механизмов. Не малое значение имеет и тот факт, что нагрев и охлаждение пар трения тормозных механизмов разных колес может происходить не равномерно (например, резкое охлаждение из-за попадания воды на один из тормозных механизмов). Это приведет к существенному отличию в значениях коэффициентов трения колес одной оси и возникновению возмущающего момента.

Отмеченная многими исследователями зависимость эффективности тормоза от его теплового состояния привлекла внимание к проблеме поддержания оптимального теплового режима, при котором обеспечивается устойчивая работа и долговечность основных деталей. Этого стараются добиться за счет применения новых фрикционных материалов и совершенствованием конструкций дисков/барабанов, улучшения условий вентиляции тормозных механизмов, снижая тем самым тепловую нагрузку на материал колодок.

Еще одной причиной возникновения существенного различия в тормозных силах между колесами автомобиля, может быть установка тормозных колодок без учета рекомендаций завода изготовителя - использование колодок на передних и задних колесах с разными значениями коэффициента трения. Это приводит к нарушению оптимального соотношения между тормозными силами передней и задней оси автомобиля и потери устойчивости транспортного средства в процессе торможения. Дополнительно ситуация ухудшается тем, что на рынке присутствует большое количество запасных частей, в том числе тормозных колодок, не соответствующих заявленным характеристикам. Это вызвано наличием большого числа фальсифицированной продукции – подделок под известных производителей, а также применением некачественных материалов некоторыми фирмами производителями. В силу высокой стоимости запасных частей спрос на неоригинальные запасные части всегда велик из-за их меньшей стоимости, обуславливаемой, как правило, худшим качеством.

В процессе проектирования автомобиля подбор тормозных колодок для задних и передних колес осуществляется рационально с обеспечением требуемого уровня активной безопасности. В процессе эксплуатации нет четких рекомендаций по сочетанию свойств колодок передней и задней оси, нет рекомендаций по совместимости конкретных моделей колодок между собой на одном автомобиле. Это объясняется тем, «что сертификация тормозных колодок осуществляется (отдельно для передних и задних тормозных механизмов), зачастую не только без учета того, какие тормозные колодки устанавливаются на колесах противоположной оси, но даже без привязки к конкретной модели автомобиля» [9, 10].

Автомобили должны обеспечивать требуемые показатели эффективности торможения не только вначале, но и в течение всего периода эксплуатации при любом сочетании внешних воздействий и внутренних возмущений в тормозном управлении. Не малое значение в этом играет качество тормозных колодок, подтвердить которое не просто до начала эксплуатации. Покупка даже оригинальных запасных частей не всегда исключает возможность приобрести подделку, не соответствующую требуемым характеристикам. Но даже применение качественных изделий, но без учета характеристик колодок на передней и задней оси может повысить вероятность возникновения заноса при торможении. В настоящее время в литературных источниках отсутствуют рекомендации по такому подбору, что требует проведения дополнительных исследований [9]. Их результатом должны стать рекомендации по сочетанию конкретных тормозных колодок конкретных производителей с учетом модели автомобилей, а также допустимые отклонения коэффициентов трения в парах трения колодка - тормозной диск/барабан передних и задних колес.

Список использованных источников

1. Бухарин Н.А., Прозоров В.С., Шукин М. М. Автомобили. – М.: Машиностроение, 1974. - 504 с.
2. Волков В. П. Режимы работы тормозов легковых автомобилей и совершенствование способов их моделирования при ресурсных лабораторных испытаниях: дисс. канд. техн. наук: 05.05.03. – Харьков, 1982. – 174с.
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. – EDN UAZXOK.
4. Иларионов В.А. Эксплуатационные свойства автомобиля. – М.: Машиностроение, 1966. – 280 с.
5. Критерий долговечности фрикционных муфт сцепления/ И.Б. Барский, В.М. Шарипов.[и др.] // Вестник машиностроения. - 1985. – №1. – С.7-9.
6. Тарасов Ю.В. Улучшение эксплуатационных свойств легковых автомобилей совершенствованием методики выбора тормозных колодок: дис. ... канд. техн. наук: 05.22.02. – Харьков, 2017. – 168 с
7. Федосов А.С. Теоретические основы проектирования тормозных систем легковых автомобилей: автореф. дис. д-р техн. наук: 05.05.03 - МАДИ. – Москва, 1987. – 40 с.
8. Хольшев Н.В., Коновалов Д.Н., Лавренченко А.А. Уточненная методика расчета курсовых углов автомобиля в конце торможения// Интеллект. Инновации. Инвестиции. – 2021. – № 2. – С. 86-95.
9. Чичинадзе А.В. Расчет и моделирование внешнего трения при торможении. – М.: Наука, 1967. – 121 с.
10. Доровских, Д. В. Оценка расхода ресурсов на техническое обслуживание и ремонт клиентских транспортных средств / Д. В. Доровских, Ю. Е. Глазков // Наука в центральной России. – 2021. – № 4(52). – С. 81-89. – DOI 10.35887/2305-2538-2021-4-81-89. – EDN ZNTMKH.

КЛАССИФИКАЦИЯ И МАРКИРОВКА ТОРМОЗНЫХ КОЛОДОК

Конев Андрей Юрьевич

ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», магистрант кафедры
«Техника и технологии автомобильного транспорта»
e-mail: Konev.a1998@mail.ru

Хольшев Николай Васильевич

ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», доцент кафедры
«Техника и технологии автомобильного транспорта»
e-mail: xhb@live.ru

Сокращение количества дорожно-транспортных происшествий является актуальной задачей, решение которой возможно достичь, в том числе, совершенствованием конструкции транспортных средств. Автомобиль состоит из множества деталей и систем, по-разному влияющих на безопасность движения. К системам, критически влияющим на безопасность дорожного движения, относится и тормозная система. Одной из распространенных причин аварийных ситуаций на дорогах является возникновение заноса автомобиля в процессе торможения с последующим выходом его из коридора движения [3, 6]. Это может быть вызвано неудовлетворительным состоянием тормозных колодок. То, насколько качественно будет работать тормозная система, зависит от своевременной замены тормозных колодок и их правильного выбора. Для обоснованного выбора необходимо следовать рекомендациям производителя транспортных средств по выбору тормозных колодок с учетом их маркировки и назначения. В настоящее время существует большое разнообразие тормозных колодок, отличающихся стоимостью, долговечностью и материалом накладок.

Существует четыре основных вида колодок, в зависимости от материала из которого изготовлены накладки колодок: металлические; органические (безасбестовые); полуметаллические; керамические (рисунок 1).



Рисунок 1 - Виды тормозных колодок по материалу накладок

Сегодня металлические колодки устанавливают преимущественно на продукцию АвтоВАЗа или совсем старые иномарки, наиболее перспективными являются тормозные колодки с керамическими накладками.

Важнейшей характеристикой любой колодки, влияющей на эффективность торможения, является коэффициент трения колодок (обычно обозначается греческой буквой μ). Чем он больше, тем интенсивнее автомобиль замедляется при одинаковом усилии на педали тормоза до блокировки колеса и срабатывания АБС. Для обычного торможения коэффициент трения $\mu=0,4$ обеспечит «мягкие» и «цепкие» тормоза, а вот уменьшение μ до 0,35 вызовет повышение усилия на педали тормоза и менее качественное торможение. Данный показатель напрямую зависит от состава фрикционной смеси колодки. Чем больше абразивного материала, тем жестче колодка и тем сильнее ее воздействие на тормозной диск; чем меньше абразивного материала — тем колодка мягче, следовательно, ускоренный ее износ. В теории μ может варьироваться от 0 (полностью отсутствует) до 1 (твердое тело, полная механическая блокировка). Около тридцати лет назад

величина коэффициента трения для дорожных колодок была равна 0,2. С ростом скоростей движения требования к значениям коэффициента трения в паре тормозная «колодка» - «диск/барабан» возросли и имеют значения выше 0,3, а у высококачественных колодок ведущих производителей – от 0,4 до 0,45, а колодки для специального применения имеют коэффициент μ более 0,6. [1, 2, 4].

Коэффициент μ является не постоянный для любых колодок, он сильно зависит от таких параметров как температура, влажность, износ, «возраст» колодки и других факторов. Разработчики и конструкторы прикладывают множество усилий для изобретения составов, сохраняющих стабильность и работоспособность в широком диапазоне нагрузок. Соответственно растет число ингредиентов, способов их обработки, что ведет к увеличению доступных типов тормозных колодок. [2, 4]

Характеристики колодок для «гражданского» применений классифицирует стандарт SAE J866.

Таблица 1

Таблица соответствия буквы на колодке интервалу значений коэффициента трения

C	От 0 до 0,15
D	от 0,15 до 0,25
E	от 0,25 до 0,35
F	от 0,35 до 0,45
G	от 0,45 до 0,55
H	от 0,55 до 0,80

SAE (Society of Automotive Engineers) разработало систему идентификации уровня трения, в основе которой лежат две буквы. Каждая буква соответствует определенному интервалу значений коэффициента трения μ (таблица 1). Первая буква – это усредненный нормальный коэффициент трения, взятый в четырех температурных точках: 90°C, 122°C, 149°C, 205°C. Вторая буква – это усредненный горячий коэффициент трения, который рассчитывается на перегретой колодке в 10 температурных значениях. Если первая буква кода меньше, чем вторая, колодка лучше работает в горячем состоянии, значит, ее нужно прогревать до рабочей температуры. Если наоборот, первая буква больше второй — это низкотемпературные колодки, выполненные на основе органической фрикционной смеси. Такие колодки не устойчивы к высоким температурам. Промежуточный вариант занимают колодки, работающие хорошо в холодном и горячем состоянии и имеют одинаковые буквенные обозначения, например, FF или GG (рисунок 2). [4, 5]



Рисунок 2 - Пример маркировки тормозных колодок

К наивысшей категории по качеству относятся оригинальные детали (ОЕ), а также детали с качеством оригинально поставщика (т.е. производитель поставляет свою продукцию на конвейеры автомобильной промышленности и на рынок запчастей — так называемый «aftermarket» — продукцию аналогичного качества). Тормозные колодки ОЕ и вышеперечисленных брэндов в Москве занимает свыше 80% рынка (в регионах их доля может составлять около 30%). Учитывая более низкую покупательскую способность населения в регионах, известные производители внедрили систему нескольких уровней качества. При этом лишь часть поставляемой продукции оригинального качества, остальная приближается к уровню «aftermarket» с соответствующим понижением цены. [2, 4, 5]

Продукция неоригинального качества выпускается как отдельная линейка ЕСО. При выпуске продукции среднего качества производитель может допускать «незначительные (до 10%) конструкторские и технологические особенности», отступая от регламента автомобильных производителей. При этом соблюдается все правила сертификации и получения разрешений на эксплуатацию. Особо

важно при этом учитывать соответствие ECE R-90, так как продажа колодок, не отвечающих этому стандарту, запрещена на рынках европейских стран. Европейский стандарт ECE-R 90 представляет собой свод правил лицензирования фрикционных изделий тормозных систем для продажи в странах ЕС. Данная маркировка говорит о том, что представлен точный эквивалент оригинальной колодки. Маркировка о соответствии наносится на упаковку и на заднюю сторону тормозных колодок (рисунок 3). Перед знаком соответствия (90R) указывается страна, где была произведена сертификация, но это не значит, что именно эти колодки были произведены там же. E1 – страна сертификации тормозных колодок. В данном случае (рисунок 3) колодки сертифицированы в Германии. После E1 90R – указывается номер сертификата. [2, 4, 5]



Рисунок 3 - Пример нанесения маркировки соответствия тормозных колодок ECE R-90

Производители средней категории — «Remsa», «Road», «Ferodo» — нацелены на свой сегмент рынка (приемлемая цена/ хорошее качество), их доля в регионах составляет порядка 40%. Однако в последнее время наблюдается «выдавливание» этой продукции с рынка продукцией среднего уровня известных брендов. Это объясняется психологией потребителей, которые ориентируются, прежде всего, на известный бренд, считая их продукцию более надежной. Третью категорию составляет огромное количество присутствующих на рынке более-менее известных торговых марок, качество которых ниже среднего уровня. Эта продукция самостоятельных предприятий и дочерних компаний известных производителей. И хотя многие из них прошли соответствующую сертификацию и обеспечивают необходимую безопасность, уровня качества продукции, тем не менее, по ряду показателей явно отстает. Подводит, например, стабильность качества (ненадежный контакт с тормозным диском или, напротив, его чрезмерный износ), низкий уровень комфорта при торможении (посторонние вибрации и шум)[7,8,9].

Из приведенного анализа видно, что существует большое разнообразие тормозных колодок, и выбор следует производить тщательно, ориентируясь, прежде всего, на рекомендации производителя. Но в ряде случаев нет возможности выполнить эти требования или есть необходимость улучшить тормозные требования применением колодок с другим материалом накладок. Но делать это необходимо осознанно, что не вывести из строя тормозную систему (например, ее перегрев при использовании вместо штатных колодок с металлическими накладками накладок из керамики) или значительно снизить ее ресурс (применение более жестких колодок вместо «мягких» штатных). Следует также отметить, что в маркировке колодок по наиболее распространенному стандарту SAE J866 не указываются конкретные значения коэффициента трения, а только приведен диапазон, причем разброс значений достаточно большой. Это может привести к возникновению дополнительного разворачивающего момента, даже при применении тормозных колодок одного типа на одной оси, но с значениями коэффициента трения μ , находящимися в начале и конце интервала, соответствующего той или иной букве маркировки. Для устранения данного эффекта необходимо перед установкой на автомобиль проверять фактические значения коэффициента трения и их разброс для устанавливаемой пары колодок. Для целесообразности этого необходимы дополнительные теоретические и экспериментальные исследования, которые также позволят разработать рекомендации по сочетанию колодок на разных осях автомобиля учетом значений их коэффициентов трения и буквы маркировки.

Список используемой литературы

1. Виды тормозных колодок [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://avto-moto-shtuchki.ru/avtotekhnika/381-vidy-tormoznykh-kolodok.html> (дата обращения: 16.04.2022)
2. Все про тормозные колодки [Электронный ресурс]. - Режим доступа: https://amastercar.ru/articles/braking_system_5.shtml (дата обращения: 16.04.2022)
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. – EDN UAZXOK.
4. Классификация и маркировка тормозных колодок [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://www.drive2.ru/l/9206398/> (дата обращения: 16.04.2022)
5. Классификация тормозных колодок [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://acmarshal.ru/blog/klassifikaciya-tormoznyh-kolodok-kakie-vybrat>
6. Хольшев Н.В., Коновалов Д.Н., Лавренченко А.А. Уточненная методика расчета курсовых углов автомобиля в конце торможения// Интеллект. Инновации. Инвестиции. – 2021. – № 2. – С. 86-95.
7. Доровских, Д. В. Оценка расхода ресурсов на техническое обслуживание и ремонт клиентских транспортных средств / Д. В. Доровских, Ю. Е. Глазков // Наука в центральной России. – 2021. – № 4(52). – С. 81-89. – DOI 10.35887/2305-2538-2021-4-81-89. – EDN ZNTMKH.
8. 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. – EDN MYXLDU.
9. 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. – EDN YPFPNB.

УДК 621.892.8

73.31.09: Эксплуатационные материалы на автомобильном транспорте

ВИДЫ ЖИДКОГО БИОТОПЛИВА ДЛЯ ДИЗЕЛЕЙ И ПУТИ ЕГО ПОЛУЧЕНИЯ

Глазков Юрий Евгеньевич,

*ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», к.т.н., доцент
e-mail: glazkov_yural@mail.ru*

Истощение мировых запасов нефти, нарастающий дефицит нефтепродуктов, повышение цен на традиционные моторные топлива, ужесточение требований к токсичности отработавших газов (ОГ) двигателей внутреннего сгорания обуславливают продолжающиеся поиски альтернативных энергетических ресурсов. Среди наиболее перспективных рассматриваются различные синтетические топлива, биодизельное топливо (Biodiesel или биодизель), биоэтанол, природный газ, биогаз, водород [1].

Биодизельное топливо является основным ресурсом для диверсификации источников энергии развития растениеводства, как основного поставщика энергетического сырья для получения биодизельного топлива [2,3]. Это объясняется простотой и экологичностью процесса получения растительных масел, их сравнительно невысокой стоимостью и приемлемой воспламеняемостью в условиях камеры сгорания (КС) дизеля.

В зависимости от природно-климатической зоны актуальными для использования в качестве топлива и сырья для дизельного биотоплива являются те или иные сорта масла. Среди наиболее используемых масел следует отметить следующие: соевое - наибольшее распространение получило в Бразилии, Аргентине, США и Китае; пальмовое – в странах, находящихся в субтропических зонах земного шара (Малайзия), рапсовое масло – в странах Центральной Европы и некоторых странах Азии.

Жидкое биотопливо, пригодное для использования в дизелях, возможно получить путем тонкой очистки, разгонки или этерификации растительного масла, получаемого прессованием различных масличных сельскохозяйственных культур [4].

Тонкая очистка растительного масла представляет собой процесс механического фильтрования с последующим осаждением фосфорных соединений и удалением растительного клея и влаги. После тонкой очистки масло может быть либо непосредственно использовано в дизельных двигателях вме-

сто традиционного дизельного топлива, или может быть использовано в качестве добавки к традиционному дизельному топливу.

При тонкой очистке растительного масла теряется не более 1...1,5% от массы очищаемого. В таблице 1 приведены сведения по количеству растительного масла, которое можно получить из различных видов растений методом прессования.

Таблица 1

Выход масла при прессовании различных видов растений [5]

Семена масличных растений	Содержание масла, %	Средний выход масла из одной тонны семян, кг
Подсолнечник	29...57	400
Соя	13...25	180
Рапс	36...40	370
Конопля	30...38	340
Арахис, ядро	41...69	490

Разгонка (Ректификация)- процесс раздела жидких фракций, основанный на чередовании многократного испарения жидкости с многократной конденсацией паров. Выход конечного продукта (легкие фракции) составляет в среднем 70% от исходного сырья.

Выше перечисленные способы очистки растительных масел имеют низкие энергозатраты и простоту технологического процесса. Физико-химические свойства топлив, получаемых в результате тонкой очистки и разгонки растительных масел (таблица 2) отличаются от традиционного дизельного топлива более высокой плотностью, кинематической вязкостью, и температурой вспышки, а также более низкими значениями теплоты сгорания и цетанового числа [4].

Таблица 2

Физико-химические свойства рафинированных растительных масел

Показатель	Рапсовое масло	Соевое масло	Подсолнечное масло	Конопляное масло
Плотность при температуре 15°C, кг / м ³	0,912	0,914	0,916	0,928
Кинематическая вязкость при температуре 40°C, мм ² / с	37,0	32,6	33,9	28,0
Цетановое число	37,6	37,9	37,1	46,5
Температура вспышки, °C	246	254	274	237
Низшая теплота сгорания, МДж/кг	39,7	39,6	36,6	36,7
Температура помутнения, °C	-3,9	-3,9	7,2	-
Температура застывания, °C	-31,7	-12,2	-15	-21

Использование чистых масел в дизеле традиционной конструкции приводит к возникновению ряда проблем, связанных со значительными различиями в физико-химических свойствах растительного масла и дизельного топлива (таблица 2) [1,6]. На поверхностях деталей камеры сгорания возможно возникновение углеродных отложений, закоксованность отверстий распылителя, возникновение жировых отложений в топливном баке и каналах топливной аппаратуры, выход из строя топливных фильтров, разрушение топлив микроорганизмами.

По результатам исследований [7,8] установлено, что использование чистого масла возможно лишь в дизелях с отдельной камерой сгорания и штифтовыми форсунками, при этом наблюдается рост крутящего момента дизеля на 5...10%, повышение массового расхода топлива на 20 ... 25% и снижение выбросов ВВ с ОГ.

Наряду с разработкой новых двигателей, работающих на чистых маслах, много исследований посвящено работе двигателей традиционной конструкции на смесях растительных масел с различными топливами. Установлено, что снижение вязкости масла может достигаться добавлением в нее бензина, керосина или пропанола. Однако при этом повышается пожароопасность смеси.

В работах, направленных на исследование смеси различной концентрации растительного масла и дизельного топлива, отмечалось, что на средних и высоких нагрузках при работе на смесях расход топлива была на 2...5% выше, чем на дизельном топливе, но температуры ОГ были практически одинаковы. При этом в емкостях, где находились смеси, был обнаружен осадок на стенках - следы слизи и жира.

При смеси 25% дизельного топлива и 75% масла наблюдается падение мощности на 4,5% при неизменном регулировании топливной аппаратуры [9].

Получить топливо из растительных масел с физико-химическими свойствами, близкими к свойствам традиционного дизельного топлива, возможно с помощью процессов этерификации.

Этерификация - химический процесс, который происходит между растительными маслами, которые с химической точки зрения являются триглицеридами (глицериновыми эфирами насыщенных жирных кислот) и одновалентными спиртами в присутствии катализаторов, в результате которого получают метиловые или этиловые эфиры жирных кислот и глицерин. Жидким топливом, получаемым в процессе этерификации, является дизельное биотопливо.

При производстве дизельного биотоплива используются одноатомные спирты и их изомеры [10]. В таблице 3 приведены основные физико-химические свойства спиртов, которые могут быть использованы для производства дизельного биотоплива. Ухудшение разделения фракций дизельного биотоплива и необходимость использования большого объема спирта является следствием повышения молекулярной массы спирта.

Наиболее распространенными в качестве топлива для дизелей являются этиловые и метиловые эфиры. Преимуществами этилового эфира считается меньшая токсичность в процессе производства, а также меньшая агрессивность к деталям двигателя в процессе эксплуатации. Метиловые эфиры имеют непродовольственное назначения, ниже вязкость, лучшую экономичность и более простой процесс производства, по сравнению с этиловым эфиром, что способствует их более широкому использованию в качестве моторного топлива.

Таблица 3

Физико-химические свойства одноатомных спиртов

Спирт	Химическая формула	Молекулярная масса, г/моль	Плотность (=20°C), г/см ³	Соотношение (3 моль спирта к 1 моль триглицерида)
Метанол	CH ₃ OH	32	0,792	11
Этанол	C ₂ H ₅ OH	46	0,789	15
Пропанол	C ₃ H ₇ OH	60	0,838	20
Бутанол	C ₄ H ₉ OH	74	0,801	25
Пентанол	C ₅ H ₁₁ OH	88	0,814	30

С целью ускорения протекания реакции этерификации используют кислотные или щелочные катализаторы. Кислотные катализаторы (серная кислота, соляная кислота, р-толуолсульфоновая кислота и т.д.) в связи с высокой себестоимостью не получили широкого распространения и преимущественно используются только в реакциях с маслами, которые имеют значительный объем жирных кислот, нейтрализующих действие щелочных катализаторов.

Щелочные катализаторы (гидроксид калия, гидроксид натрия и др.) широко используются в процессе производства дизельного биотоплива. Эффективность реакции этерификации при использовании различных щелочных катализаторов почти идентична. На сегодняшний день преимущественно используются гидроксиды калия или натрия.

В результате процесса этерификации с 1040 кг рапсового масла и 144 кг метанола можно получить 1000 кг метиловых эфиров рапсового масла (МЭРМ) и около 200 кг глицерина (таблица 4).

Таблица 4

Материалы, которые используются, и продукты, получаемые при производстве МЭРМ

Расходные материалы		Получаемые продукты	
вид	масса, кг	вид	масса, кг
Семена рапса	3050	Спрессованный жмых	1952
Рапсовое масло	1040	метиловые эфиры рапсового масла	1000
Метиловый спирт	144	Глицерин	200
Гидроксид калия	19	-	-
Фильтрующий материал	6	-	-

При переработке семян получают также рапсовый жмых, который является высокобелковым концентратом для кормления сельскохозяйственных животных (таблица 4). По своим свойствам он не уступает соевому и подсолнечному жмыху и содержит до 40% протеина и 8 ... 11% жира.

Метиловые эфиры рапсового масла может быть как самостоятельным топливом, так и смесевым (в смеси с дизельным топливом).

Учитывая преимущества и непродовольственное назначения метилового спирта (метанола), можно установить, что метиловые эфиры рапсового масла, полученные в результате этерификации жир-

ных кислот рапсового масла с метанолом в присутствии катализатора - гидроксида калия, являются одними из наиболее перспективных для использования в дизелях в условиях центральной России.

Список использованных источников

1. Лютко В., Луканин В.Н., Хачиян А.С. Применение альтернативных топлив в двигателях внутреннего сгорания. – М.: Изд-во МАДИ (ТУ), 2000. – 311 с.
2. Анализ применения различных видов биотоплива в дизельных двигателях / 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. 220-222
3. 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.
4. Srivastava A. Triglycerides-based diesel fuels / A. Srivastava, R. Prasad // Renewable and sustainable energy reviews. – 2000. – Vol 4, № 2. – P. 111 – 133.
5. Уханов А. П. Рапсовое биотопливо / А. П. Уханов, В. А. Рачкин, Д. А. Уханов. – Пенза: РИО ПГСХА, 2008. – 229 с.
6. Карпов, Д. С. Способы улучшения процесса смесеобразования в дизельном двигателе / Д. С. Карпов, Н. В. Хольшев // Устойчивое развитие региона: архитектура, строительство, транспорт: Материалы 5-й Международной научно-практической конференции Института архитектуры, строительства и транспорта, Тамбов, 24–25 мая 2018 года. – Тамбов: Издательство Першина Р.В., 2018. – С. 368-371.
7. Ефанов А. А. Улучшение экологических характеристик дизеля регулированием состава смесового биотоплива: автореф. дис.. кандидат техн. наук: 05.04.02 / А. А. Ефанов. – М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2008. – 18 с.
8. Доровских, Д. В. Анализ эксплуатационных и экологических показателей дизельных автотракторных двигателей при использовании различных видов биотоплива / Д. В. Доровских, М. М. Глазкова, И. Ю. Доровских // Материалы Всероссийской национальной научно-практической конференции, посвящённой 80-летию со дня рождения профессора Анатолия Михайловича Лопатина, Рязань, 12–13 ноября 2019 года / ФГБОУ ВО Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, Совет молодых ученых. – Рязань: Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 2020. – С. 77-82. – EDN BNTUPP.
9. 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. – EDN BWDTQV.
10. Preparation and characterization of biodiesels from various biooils / [X. Lang, A. K. Dalai, N. N. Bakhshi et al.] // Bioresource technology. – 2001. – №80. – P. 53–62.

УДК 621.892.8

73.31.09: Эксплуатационные материалы на автомобильном транспорте

ПОТЕНЦИАЛ ПРОИЗВОДСТВА ДИЗЕЛЬНОГО БИОТОПЛИВА В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Глазков Юрий Евгеньевич,

ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», к.т.н., доцент,

e-mail: glazkov_yural@mail.ru

В настоящее время основная часть моторных топлив производится из полезных ископаемых, в основном, из нефти. Среди различных видов транспорта ее доля особенно велика в автотранспорте, на нужды которого расходуется более 50% от общего количества добытого сырья. Если объем потребления нефти с каждым годом не будет расти, то сырье закончится уже через полвека.

Поэтому важными задачами, стоящими перед производителями, являются: уменьшение расхода топлива двигателем и поиск альтернативных источников сырья для производства моторных топлив.

Все более широкое применение в качестве топлива для дизелей находят топлива, производимые из растительных масел [1]. Это объясняется простотой и экологичностью процесса получения растительных масел, их сравнительно невысокой стоимостью и приемлемой воспламеняемостью в условиях камеры сгорания (КС) дизеля. Наличие в молекулах МЭРМ атомов кислорода благоприятно сказывается на дымности ОГ Кх (выбросе сажи), которая при использовании смесового биотоплива снижается во всем диапазоне исследованных скоростных режимов внешней скоростной характеристики [2,3].

В качестве возобновляемого сырья внимание привлекает масло рапса. Для его использования в технических целях можно отметить три основных направления: в качестве топлива, смазочных средств и в качестве исходного материала для синтеза в химической промышленности.

В Европе в связи с проблемами охраны окружающей среды рапсовое масло находит все большее применение в качестве топлива (биодизельное топливо). При его использовании частично сокращается потребление природной нефти и снижается нагрузка CO_2 на окружающую среду. При производстве и использовании 1 л дизельного топлива выделяется 3 кг CO_2 , а биодизельного - 0,5 кг.

Установлено, что перспективным альтернативным топливом ДВС является топливо, которое получают путем смешивания жидких углеводородных топлив и производных рапсового масла (РМ) - метиловых эфиров РМ (МЭРМ). Для получения МЭРМ используют РМ, которое прошло две стадии очистки - рафинацию и отбеливание. Потом путем прямой переэтерификации глицеридов рапсового масла с метиловым спиртом при температуре 80-90°C в присутствии едкого калия получают смесь метиловых эфиров жидких кислот РМ. Определение физических показателей РМ, МЭРМ и дизельного топлива (ДТ), а также их смесей проводят с использованием традиционных лабораторных приборов и приспособлений [4,5].

Дизельное биотопливо имеет несколько преимуществ:

- возобновляемость ресурсов;
- экологическая безопасность;
- наиболее низкая стоимость из альтернативных видов топлива.

Недостатки биотоплива:

- горючее хуже по своему качеству;
- увеличение затрат на топливо на 10%;
- необходимость переделывать форсунки двигателя;
- ускорение процессов коррозии металла и старения резины;
- необходимость более частой замены масла в двигателе.

Несмотря на это, производство биотоплива расширяется, идет поиск технологий, которые улучшают его характеристики.

Россия, имеющая большие площади пахотных земель (рис. 1), способна стать лидером использования рапсового масла для производства дизельного биотоплива. Сырьевая база для производства дизельного биотоплива в России достаточно разнообразна. В работе [6] выполнен анализ сельскохозяйственных культур.

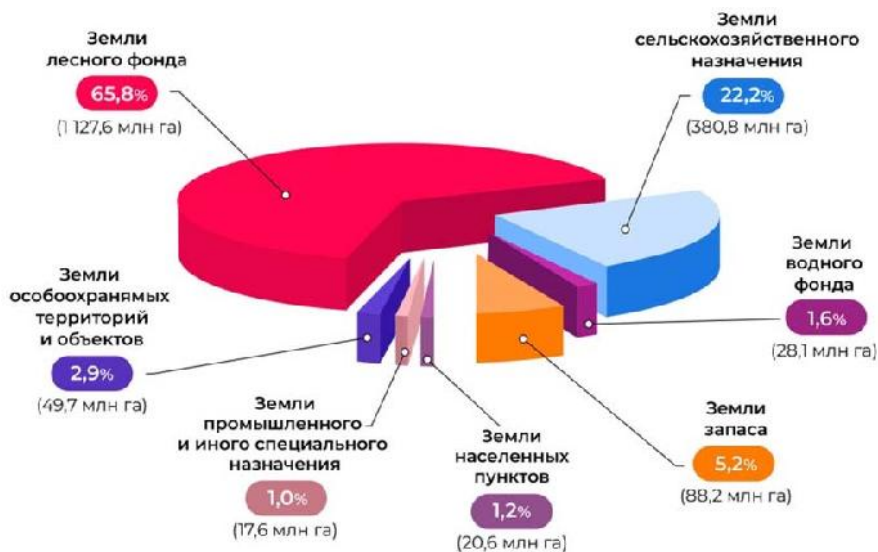


Рисунок 1 - Земельного фонда Российской Федерации

Таблица 1

Средний выход растительного масла и дизельного биотоплива из различных видов сельскохозяйственных культур

Сельскохозяйственная культура	Содержание масла, %	Средний выход масла с одной тонны семян, кг	Средний выход дизельного биотоплива при этерификации одной тонны семян, кг
1. Подсолнечник	29...57	400	350
2. Соя	13...25	180	170
3. Рапс	36.40	370	340
4. Конопля	30.38	340	-

Ввиду урожайности рапса (Рис. 2), содержание масла в тонне семян и непродовольственное назначения, наиболее эффективно использовать масло рапса [7,9,10].



Рисунок 2 - Динамика урожайности основных масличных культур России
<https://www.moshol14.ru/press-centr/novosti-rynka/maslichnye/>

Рапс – однолетнее масличное растение из семейства крестоцветных. Различают две формы рапса: рапс яровой и рапс озимый. При этом урожайность семян озимого рапса составляет 10 ... 30 ц / га, ярового - 8 ... 15 ц / га. Возможность комплексного использования рапса показаны на рисунке 3.



Рисунок 3 - Комплексное использование рапса

Так как рапсовое масло содержит достаточно высокое количество эруковой кислоты, которая не полностью разлагается в организме и является одной из причин накопления жиров в мышцах и поражения миокарда, использование рапсового масла в пищевой промышленности ограничено. Это позволяет использовать ее в полном объеме при производстве дизельного биотоплива.

Рапсовое масло среднего состава содержит как насыщенные жирные кислоты - пальмитиновую и стеариновую, так и ненасыщенные - олеиновую, линолевую, линоленовую, эйкозодиеновую, эруковую (табл. 2).

Таблица 2

Содержание жирных кислот в рапсовом масле среднего состава

Жирная кислота	Формула состава	Содержание, % (по массе)
Пальмитиновая	-	4,8
Стеариновая	$C_{18}H_{36}O_2$	1,7
Олеиновая	$C_{18}H_{34}O_2$	43,7
Линолевая	$C_{18}H_{32}O_2$	20,9
Линоленовая	$C_{18}H_{30}O_2$	8,5
Эйкозодиеновая	$C_{18}H_{38}O_2$	4,5
Эруковая	$C_{18}H_{42}O_2$	15,6

В Российской Федерации оборудование по производству дизельного биотоплива производит ООО «Алькар» [8], который предлагает установки для производства биодизеля разной производительности.

Переход на экологически чистые виды топлива является требованием времени. Но нужна четкая государственная политика для полного использования всех ресурсов России в целях обеспечения потребностей государства в производстве отечественного биотоплива. Использование дизельного биотоплива поможет сельхозпредприятиям снизить свои затраты на топливо, тем самым решить энергетические, экономические и экологические проблемы.

Список использованных источников

1. Лютко В., Луканин В.Н., Хачиян А.С. Применение альтернативных топлив в двигателях внутреннего сгорания. – М.: Изд-во МАДИ (ТУ), 2000. – 311 с.
2. Особенности применения метилового эфира рапсового масла в качестве топлива для дизелей / Марков В.А., Шустер А.Ю., Девянин С.Н. // Вестник МГТУ им. Н.Э. Баумана. Сер. “Машиностроение”. 2010. №3, – С. 56-69.
3. Карпов, Д. С. Способы улучшения процесса смесеобразования в дизельном двигателе / Д. С. Карпов, Н. В. Хольшев // Устойчивое развитие региона: архитектура, строительство, транспорт: Материалы 5-й Международной научно-практической конференции Института архитектуры, строительства и транспорта, Тамбов, 24–25 мая 2018 года. – Тамбов: Издательство Першина Р.В., 2018. – С. 368-371.
4. Анализ применения различных видов биотоплива в дизельных двигателях / 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. 220-222
5. 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.
6. Ковбасенко С.В. Перспективы применения биодизельного топлива в автотракторных двигателях / С.В. Ковбасенко, В.В. Симоненко // Наука – образованию, производству, экономике. Материалы 8-й Международной научно-технической конференции. В 4 томах. Том 2. – Минск: БНТУ. – 2010. – С. 58 – 59.
7. <https://www.moshol14.ru/press-centr/novosti-rynka/maslichnye/>
8. <https://alkargroup.com/ru/about/>
9. Доровских, Д. В. Анализ эксплуатационных и экологических показателей дизельных автотракторных двигателей при использовании различных видов биотоплива / Д. В. Доровских, М. М. Глазкова, И. Ю. Доровских // Материалы Всероссийской национальной научно-практической конференции, посвящённой 80-летию со дня рождения профессора Анатолия Михайловича Лопатина, Рязань, 12–13 ноября 2019 года / ФГБОУ ВО Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, Совет молодых ученых. – Рязань: Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 2020. – С. 77-82. – EDN BNTUPP.

10. 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. – EDN BWDTQV.

УДК 656.021.2:656.132

73.43.61. Перевозки на городском транспорте

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ГОРОДСКИХ АВТОБУСНЫХ ПЕРЕВОЗОК В ГОРОДЕ ВОЛГОГРАДЕ

Емельянова Оксана Евгеньевна,

*ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный технический университет»,
старший преподаватель кафедры «Урбанистика и теория архитектуры»
e-mail: urbanistika_14@mail.ru*

Емельянова Ксения Александровна,


*ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный технический университет», магистрант
e-mail: sascha-06@mail.ru*

Высокие темпы урбанизации и объемов пассажироперевозок, благосостояния, культурного уровня и быта народа предъявляют возрастающие требования к совершенствованию городского пассажирского транспорта. Сложившаяся система организации перевозок, основанная на повышении плотности маршрутной сети и обеспечении регулярности движения транспорта, не всегда удовлетворяет возникающий спрос на транспортные услуги, особенно в «часы пик». В некоторых ситуациях необходимо организовать работу автобусов таким образом, чтобы в ограниченный интервал времени реализовать массовые пассажиропотоки по различным направлениям. Данную задачу можно эффективно решить с использованием принципов логистики [1,2,4].

Логистические принципы организации пассажирских перевозок заключаются в том, чтобы количество единиц подвижного состава, режим его работы и маршруты движения гарантировали безопасность, надежность и беспересадочность доставки пассажиров к необходимому им времени [1,2,4].

Одним из важных направлений в развитии инфраструктуры города Волгограда, как областного центра, занимающего значительную протяженную территорию, является обеспечение повышения эффективности и качества работы транспортной системы, в частности обеспечение населения в перевозках.

Объектом исследований взят городской автобусный маршрут №95 г. Волгограда, который работает с января 2017г. и действует в границах «Инструментальный завод – ВолгоГРЭС» (рис. 1).



Трасса следования	Посёлок ГЭС – ул. Тополевая (по 1-ой Продольной)
Длина, км	39,7
Интервал, мин	5
Средняя V, км/ч	20
t об. рейса, мин.	119
Кол-во ТС ед.	48
Граф улиц	Ул. Героев Тулы, ул. Н. Отрады, пр. им. Ленина, ул. Рабоче-Костянская, ул. Базисная, ул. Турчневская, ул. Тулаж, ул. Льва Толстого, ул. Авиаторская, ул. Базисная, ул. Рабоче-Крестовская, ул. Электрослесовская, ул. Автомобилистов, пр. Университетский, ул. им. 64-ой Армии, ул. Липиновская
Обоснование	Обслуживает узлы: по 1-ой Продольной магистрали в Тракторозаводском, Краснооктябрьском, Центральном, Ворошиловском, Советском и Кировском районах г. Волгограда с возможностью пересадки для следования в Красноармейский район. Корреспонденции: к местам работы, учёбы, а также к социально-бытовым и культурным объектам. Ввод в действие данного маршрута (включая: трамвайные маршруты СТ, СТ-2, троллейбусные маршруты №№ 1, 8, 8А, 10, 12) позволяет закрыть 11 коммерческих маршрутов, которые обслуживаются 406 ед. ТС на участке 1-ой Продольной магистрали от пос. ГЭС до ул. Автомобилистов, а также изменить схему движения пригородных коммерческих маршрутов №№ 160, 260 до ТПУ «Кольцо скоростного трамвая» и закрыть убыточный троллейбусный маршрут № 18.

Рисунок 1 - Характеристика движения автобуса на маршруте №95 «Инструментальный завод – ВолгоГРЭС»

Сезонность автобусного маршрута № 95 - круглый год, работает ежедневно. Обслуживают маршрут газомоторные автобусы - Волгобас 5270G-000010 и ЛиАЗ-529267[3].

Маршрут №95 очень протяженный, так как он соединяет шесть районов города - Кировский, Советский, Ворошиловский, Центральный, Краснооктябрьский и Тракторозаводский, и обслуживает места притяжения пассажиров – учебные заведения, промышленные предприятия, торговые центры и др.

Маршруты, которые работают параллельно маршруту №95, представлены в таблице 1.

Таблица 1

Маршруты, которые работают параллельно маршруту №95	
Тип маршрута	№ маршрута
Автобусный	2, 21, 77, 20, 25, 35, 65, 85
Троллейбусный	9, 10, 10А, 12, 15А
Трамвайный	СТ, СТ-2

Параллельность данного маршрута составляет примерно 70%.

Пассажиропоток представлен согласно данным автоматизированной системы учета оплаты проезда (АСУОП) за один из самых пассажироёмких дней октября – 11.10.2019, т.к. 2020 и 2021 г.г. брать нецелесообразно в связи с объявленной пандемией (табл. 2).

Таблица 2

Показатели маршрута № 95	
Показатели	Значения
Количество промежуточных остановок	73
Протяженность маршрута, км	42,78
Эксплуатационная скорость, км/ч	26
Коэффициент дефицита автобусов	0,8
Нулевой пробег, км	0,3
Время остановки на промежуточном пункте, с	8
Время стоянки на конечных пунктах, мин	5

Распределение пассажиропотока по часам суток неравномерно, максимальная величина в 7-8 час. составляет 2664 пасс.

При помощи графоаналитического метода был проведен анализ фактического количества автобусов на линии, мощности пассажиропотока в час «пик» и построена номограмма для определения потребного количества автобусов на маршруте (рис. 2).

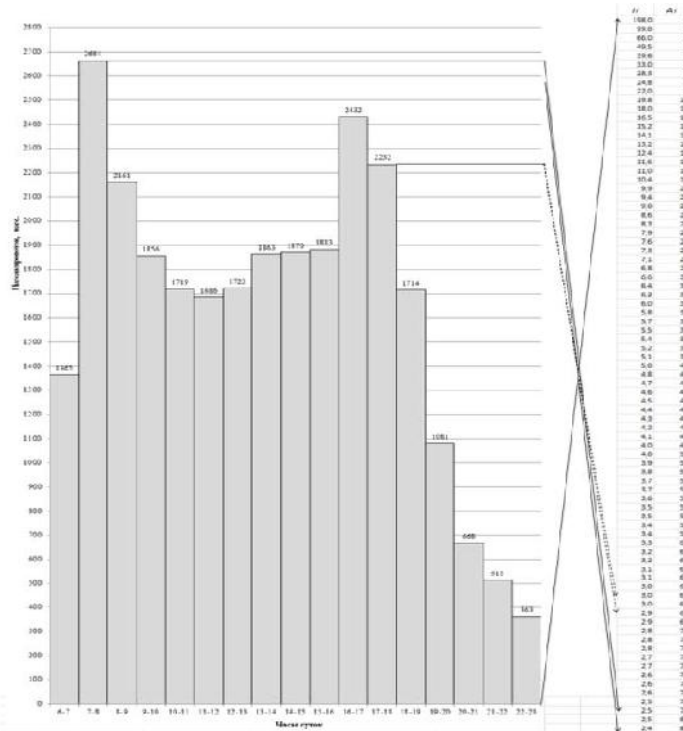


Рисунок 2 - Номограмма для определения потребного количества автобусов

Далее была проведена корректировка «пиковой», «допиковой», «межпиковой» и «послепиковой» зон в соответствии с выбором оптимальных величин интервалов движения автобусов по времени суток. По критерию оптимального интервала движения автобусов в пиковое и межпиковое время оптимален автобус ЛиАЗ-529267 с общей вместимостью 108 чел. [1,4].

В результате проведенного исследования и анализа полученных результатов, предлагается оставить используемые в настоящее время автобусы ЛиАЗ-529267 вместимостью 108 чел. Но при этом необходимо увеличить количество автобусов, работающих в пиковое время с 40 ед. (эксплуатируемых в настоящее время) до 63 ед. Это позволит снизить интервал движения автобусов, тем самым повысить конкурентоспособность маршрута. Так в пиковое время интервал движения вместо 9-12 минут составит 5-6 минут.

Количество автобусов на линии скорректировано с учетом качества обслуживания пассажиров и конкретными возможностями организации работы автобусов (рис. 3).

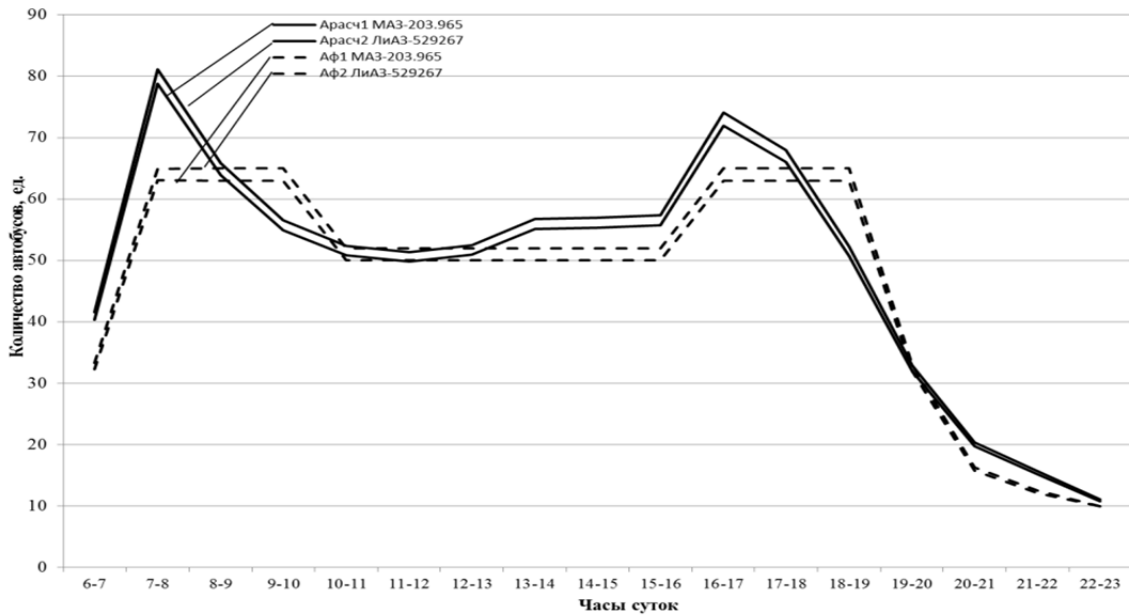


Рисунок 3 - Корректировка выпуска автобусов Волгобас 5270G-0000010 и ЛиАЗ-529267 на маршруте №95

Список использованных источников

1. Гудков, В. А. Пассажирские автомобильные перевозки : учебник доп. УМО вузов РФ по образованию в обл. транспортных машин / В. А. Гудков, Л. Б. Миротин, А. В., Вельможин, С. А. Ширяев ; ред. В. А. Гудков. – Москва : Академия, 2004. – 448 с.
2. Курганов, В. М. Логистика. Управление автомобильными перевозками. Практический опыт / В. М. Курганов. – Волгоград, 2007. – 450 с. – Текст : непосредственный.
3. Муниципальная программа. Содержание и развитие улично-дорожной сети Волгограда и обеспечение эффективной работы транспортной инфраструктуры Волгограда : Постановление Администрации Волгограда от 29.12.2018 № 1875 – 36 с.
4. Ширяев, С. А. Проблемы перевозок пассажиров в центрах крупных городов и пути их решения / С. А. Ширяев, В. А. Гудков, А. А. Раюшкина, О. В. Устинова, М. С. Ширяев. – Текст : непосредственный. // Вестник Красноярского государственного технического университета. – 2005. – № 39. Транспорт. – С. 393-397.

СОЗДАНИЕ МОДЕЛИ РАСЧЕТА ОБЩЕЙ СИСТЕМЫ ОСВЕЩЕНИЯ МЕТОДОМ КОЭФФИЦИЕНТА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ НА ЯЗЫКЕ C#

Никитин Вадим Игоревич,

ФГБОУ ВО «Мичуринский государственный аграрный университет», студент инженерного института, e-mail: invant201@yandex.ru

Найденов Андрей Александрович,

ФГБОУ ВО «Мичуринский государственный аграрный университет», студент инженерного института, e-mail: Naidenov.48@yandex.ru

Астапов Андрей Юрьевич,

ФГБОУ ВО «Мичуринский государственный аграрный университет», кандидат технических наук, доцент, e-mail: Astapow_a@mail.ru

Аннотация. Создана модель расчета общей системы освещения методом коэффициента использования на языке C#. Модель состоит из 6 классов. Каждый класс имеет минимум 1 конструктор с проверкой входящих значений.

Ключевые слова: C#, модель, MVC, бизнес логика, архитектура приложения, коэффициент использования, светотехника, освещение, автоматизация, программирование.

В предыдущей статье «ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПРОГРАММЫ ДЛЯ РАСЧЕТА ОБЩЕЙ СИСТЕМЫ ОСВЕЩЕНИЯ» мы представили все формулы для расчета освещения методом коэффициента использования, перечислили входные и выходные параметры, а также сделали макет интерфейса в графическом редакторе. В данной статье мы разработаем модель для данной программы.

Разработка программы произведена с помощью языка C# и интегрированной среды разработки Visual Studio. Создаём проект с названием LightingEquipment.BL. В данном проекте создана папка Model и наполнена классами.

Далее будем использовать следующие обозначения для списков:

- – входной параметр;
- – выходной параметр (рассчитываемый);
- – входной параметр, который допускается не указывать;
- ◇ – данные, которые определяются вне класса, но внутри проекта.

Классы, которые нам потребуются:

1. **Room** – комната. В данном классе будут содержаться поля:
 - *public float Length {get;}* – Длина помещения;
 - *public float Width {get;}* – Ширина помещения;
 - *public float Height {get;}* – Высота помещения;
 - *public float HeightWorkingSurface {get;}* – Высота рабочей поверхности;
 - *public float HeightOverhang {get;}* – Высота свеса светильника;
 - *public float NormIllumination {get;}* – Нормированная освещённость для данного помещения;
 - *public float Square {get;}* – Площадь помещения;
 - *public float Index {get;}* – Индекс помещения;
 - *public float HeightLuminaire {get;}* – Высота светильника;
2. **TypeLamp** – тип лампы. В данном классе будут содержаться поля:
 - *public string Name {get;}* – Наименование типа лампы;
 - *public float CoefMinIllumination {get;}* – коэффициента минимальной освещенности;
 - *public float CoefStore {get;}* – Коэффициент запаса;
3. **CoefUsage** – коэффициент использования. В данном классе будут содержаться поля:
 - *public string NameLightCurve {get;}* – Наименование типа кривой силы света;
 - *public int ReflectionCeilingCoef {get;}* – Коэффициент отражения потолка;
 - *public int ReflectionWallCoef {get;}* – Коэффициент отражения стен;
 - *public int ReflectionWorkSurfCoef {get;}* – Коэффициент отражения рабочей поверхности;

- *public float Index {get;}* – Индекс помещения;
 - *public int Coef {get;}* – Коэффициент использования.
4. **LightCurve** – Тип кривой силы свет. В данном классе будут содержаться поля:
- *public string Name {get;}* – Наименование типа кривой силы света;
 - *public float MinCoefEconomicDistance {get;}* – Минимальный коэффициент экономически-наивыгоднейшего расстояния;
 - *public float MaxCoefEconomicDistance {get;}* – Максимальный коэффициент экономически-наивыгоднейшего расстояния;
 - *public float MinCoefLightingDistance {get;}* – Минимальный коэффициент светотехнически-наивыгоднейшего расстояния;
 - *public float MaxCoefLightingDistance {get;}* – Максимальный коэффициент светотехнически-наивыгоднейшего расстояния;
5. **Lamp** – Лампа. В данном классе будут содержаться поля:
- *public string Name {get;}* – Наименование лампы;
 - *public int LuminousFlux {get;}* – Световой поток;
 - *public string LightCurveName {get;}* – Наименование кривой силы света;
 - *public string TypeLamp {get;}* – Тип лампы;
6. **Lighting** – Освещение. В данном классе будут содержаться поля:
- ◊ *public static CoefUsage[] CoefUsages { get; internal set; }* – Массив объектов коэффициентов использования;
 - ◊ *public static Lamp[] Lamps {get; internal set;}* – Массив ламп;
 - *public Room Room {get; private set;}* – Объект комнаты;
 - *public LightCurve LightCurve {get; private set;}* – Кривая силы света;
 - *public TypeLamp TypeLamp {get; private set;}* – Тип лампы в светильнике;
 - *public float DistanceLamps {get; private set;}* – Расстояние светильников друг от друга;
 - *public float DistanceLastLamps {get;}* – Расстояние крайних светильников;
 - *public int ReflectionCeilingCoef {get;}* – Коэффициент отражения потолка;
 - *public int ReflectionWallCoef {get;}* – Коэффициент отражения стен;
 - *public int ReflectionWorkSurfCoef {get;}* – Коэффициент отражения рабочей поверхности;
 - *public float CoefUsage {get;}* – Коэффициент использования;
 - *public Lamp[] SelectLamps {get; private set;}* – Выбранные лампы при расчёте;
 - *public float CountLampLengthRoom {get; private set;}* – Количество ламп по длине помещения;
 - *public float CountLampWidthRoom {get; private set;}* – Количество ламп по ширине помещения;
 - *public float CountLamp {get; private set;}* – Общее количество ламп;
 - *public int LuminousFlux {get; private set;}* – Световой поток;

Структура проекта показана на рисунке 1.

Каждый класс содержит минимум 1 конструктор, который позволяет определить поля. Также во всех классах организована проверка входящих данных. Пример такой проверки на основе конструктора класса **Room**:

```
public Room(
    float length, float width, float height,
    float heightWorkingSurface, float heightOverhang,
    int normIllumination)
{
    if (length <= 0)
        throw new ArgumentException("Длина помещения не может быть отрицательной или
равной 0");
    if (width <= 0)
        throw new ArgumentException("Ширина помещения не может быть отрицательной или
равной 0");
    if (height <= 0)
        throw new ArgumentException("Высота помещения не может быть отрицательной или
равной 0");
```

```

        if (heightWorkingSurface <= 0)
            throw new ArgumentException("Высота рабочей поверхности не может быть отрица-
тельной или равной 0");
        if (heightOverhang <= 0)
            throw new ArgumentException("Высота свеса светильника не может быть отрица-
тельной или равной 0");
        if (normIllumination <= 0)
            throw new ArgumentException("Нормированная освещённость не может быть отрица-
тельной или равной 0");
        //...
    }

```

Класс **Room** необходим нам для того, чтобы рассчитать индекс помещения и высоту светильника. Для расчётов используются только те параметры, которые находятся внутри данного класса. Это значит, что впоследствии, при разработке интерфейса, мы можем выводить информацию пользователю о рассчитанных параметрах. Данные о комнате должны загружаться непосредственно пользователем из интерфейса.

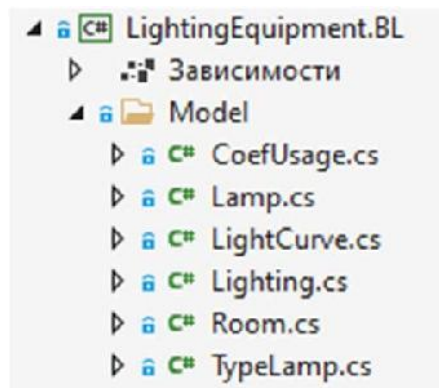


Рисунок 1 - Структура проекта LightingEquipment.BL

Класс **TypeLamp** предназначен для хранения данных о типе лампы. В свою очередь тип лампы помогает нам узнать коэффициент минимальной освещённости и коэффициент запаса. Данные о типах ламп должны быть загружены из файла, например из листа Excel. Пример такого листа Excel представлен на рисунке 2а.

Класс **CoefUsage** содержит в себе множество параметров, от которых зависит коэффициент использования. Пример таблицы Excel для загрузки в приложение представлена в таблице 1.

Таблица 1.

Пример таблицы для загрузки в массив с типом **TypeLamp**

Тип лампы	коэффициент за- паса	Коэффициент мини- мальной освещён- ности
Светодиодная	1	1
Накаливания	1,5	1,15
Газоразрядная	1,4	1,15

Класс **LightCurve** содержит в себе коэффициент наивыгоднейших расстояний и само наименование КСС (кривой силы света). Данные так же берутся извне. Пример таблицы Excel для загрузки данных представлен в таблице 2.

Класс **Lamp** предназначен для хранения информации о лампе. Данные можно загрузить в массив с типом данного класса.

Класс **Lighting** - основной класс для расчётов. Именно в него загружаются такие данные, как массив ламп (**Lamp[]**) и массив коэффициентов использования (**CoefUsage[]**). В данном классе реализовано 3 конструктора.

Пример таблицы для загрузки в массив с типом **LightCurve**

КСС	λс min	λс max	λэ min	λэ max
К	0,4	0,7	0,6	0,9
Г	0,8	1,2	1	1,4
Д	1,2	1,6	1,6	2,1
Л	1,4	2	1,8	2,3
М	1,8	2,6	2,6	3,4

Первый конструктор – базовый. Он создан для того, чтобы не дублировать код в остальных двух, так как некоторые передаваемые параметры для них одинаковы. Такими параметрами являются: Room, LightCurve, TypeLamp и DistanceLamps.

Второй конструктор позволяет пользователю самому вписать коэффициент использования светового потока и не указывать коэффициенты отражения. В данном случае таблица коэффициентов использования не нужна.

В третий конструктор передаются коэффициенты отражения и коэффициент использования находятся автоматически, исходя из загруженных данных в массив **CoefUsage[]**.

В конце второго и третьего конструкторов производится расчёт параметров – количество ламп по длине помещения, количество ламп по ширине помещения, общее количество ламп, световой поток и, если в массив **Lamps[]** были добавлены лампы, то программа выбирает все лампы, которые соответствуют указанному типу лампы, кривой силы света и находится в допустимых пределах светового потока (-10%, +20%) в массив **SelectLamps[]**.

Алгоритм нахождения коэффициента использования сводится к последовательному выбору данных.

Пример полной таблицы данных представлен на рисунке 2а. Первым этапом выбираются значения по типу КСС, например в наш класс передали **LightCurve** с полем **Name** равным «Д-1». Во временный массив записываются все объекты **CoefUsage** с полем **NameLightCurve** равным «Д-1» (Рисунок 2б). Далее идёт поиск по ближайшим значениям коэффициентов отражения от потолка. Например, если переданный коэффициент отражения от потолка (**ReflectionCeilingCoef**) равен 0,69, то программа выберет все объекты с коэффициентом отражения 0,7. Аналогично с коэффициентом отражения от стен (**ReflectionWallCoef**) и коэффициентом отражения от рабочей поверхности (**ReflectionWorkSurfCoef**). Продолжая пример, **ReflectionWallCoef** = 0,49 (в выборку попадут значения с коэффициентом 0,5) и **ReflectionWorkSurfCoef** = 0,33 (в выборку попадут значения с коэффициентом 0,3). Выборка представлена на рисунке 2в. Осталось выбрать коэффициент по индексу помещения (**Room.Index**). Если индекс помещения не соответствует ни одному из параметров в массиве индексов, то применяется метод линейной интерполяции по формуле 1:

$$\Phi_i = \Phi_{i-1} - \frac{\Phi_{i+1} - \Phi_{i-1}}{I_{i+1} - I_{i-1}} \cdot (I_i - I_{i-1}) \tag{1}$$

где - Φ_i – световой поток, рассчитываемый методом линейной интерполяции;

I_i – Индекс помещения, который передали в объект **Room.Index**

ρп	ρс	ρр	i	ТИП КСС			ρп	ρс	ρр	i	ТИП КСС	ρп	ρс	ρр	i	ТИП КСС			
				Д-1	Г-1	К-2										Д-1	Г-1	К-2	
0,7	0,5	0,3	0,6	36	49	75	0,7	0,5	0,3	0,6	36	0,7	0,5	0,3	0,6	36	Д-1	Г-1	К-2
			1,25	58	75	95				1,25	58				75	95			
			2	72	90	104				2	72				90	104			
			5	90	106	115				5	90				106	115			
0,7	0,5	0,1	0,6	27	42	67	0,7	0,5	0,1	0,6	27	0,7	0,5	0,1	0,6	27	Д-1	Г-1	К-2
			1,25	49	69	84				1,25	49				69	84			
			2	59	78	93				2	59				78	93			
			5	74	76	100				5	74				76	100			

Рисунок 2. Алгоритм выборки коэффициента использования

а – исходные данные, б – выбор по типу КСС, в – выбор по коэффициентам отражения

В заключении данной статьи мы имеем реализованную модель для программы расчёта светового потока коэффициентом использования. Дальнейшим этапом разработки будет - создание таблиц данных для классов CoefUsage, Lamps, LightCurve, TypeLamp, и разработка конструктора бизнес-модели, в котором будут подгружаться данные для модели. Проект доступен на GitHub: <https://github.com/sorvegolova/LightingEquipment>

Список использованных источников

1. <https://docs.microsoft.com/ru-ru/dotnet/csharp/> - Официальный сайт Microsoft, Документация по C#.
2. Учебное пособие «СВЕТОТЕХНИКА И ЭЛЕКТРОТЕХНОЛОГИИ. КУРСОВОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ». Астапов А.Ю., Астапов С.Ю. 2014 г.
3. Методическое пособие «Индивидуальные расчетные работы по дисциплине «Светотехника и элетротехнологии» Астапов А.Ю. 2016 г.
4. СНиП 23-05-95. Естественное и искусственное освещение. – М.: ГУП ЦПП, 2003 г. – 54с.
5. ВСН 59-88. Электрооборудование жилых и общественных зданий. Нормы проектирование. – М.: Стройиздат, 1990. – 88 с.

УДК 504.064.3

87.03: Теория и методы изучения и охраны окружающей среды. Экологические основы использования природных ресурсов

МЕТОДЫ И ИНСТРУМЕНТЫ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО МЕНЕДЖМЕНТА

Сухова Анна Олеговна,

*ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», к.т.н., доцент кафедры
«Природопользование и защита окружающей среды»
e-mail: apil1@yandex.ru*

Сапрыкин Данила Денисович,

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

Меры по рациональному природопользованию, как и другие, включают использование определенных методов, средств и инструментов для достижения поставленных целей.

Мировой опыт показывает, что методы управления, призванные рационально заставить потребителей природных ресурсов потреблять природные ресурсы и сохранять качество окружающей среды, являются ведущим способом рационального природопользования. Для поддержания экологической безопасности во время хозяйственной деятельности будет применяться законодательство, и будет организована экологическая организация с различными видами воздействия:

- экологическая квалификация экономических учреждений. Он позволяет провести предварительную оценку воздействия оставшегося участка на окружающую среду, природные экосистемы, здоровье человека и проводится в большинстве развитых стран, в частности в Соединенных Штатах, Швеции, Австралии, Германии, Франции и т.д.;

- в России представлены всевозможные предпланы и предпроекты по развитию отраслей экономики, технико-экономическое обоснование по строительству, реконструкции, новому техническому оборудованию, проекты по созданию нового оборудования, технологии и материалы для описания экологической ситуации в регионе;

- применение экологических норм и стандартов. Например, в экологической практике Японии используется экологическое законодательство, которое разделено по степени серьезности на два типа: первые целевые стандарты и стандарты с отдаленными экологическими целями, которые устанавливаются на основе критериев безопасности человека и природы; во-вторых, существующие стандарты, которые носят временный характер по истечении определенного периода времени с учетом их постепенного ужесточения [1];

- введение запретов или ограничений в отношении экологических показателей, которые широко используются в экологической практике. Например, запреты на хозяйственную деятельность в национальных парках и заповедниках, использование свинцового бензина в крупных городах и местах отдыха и т.д.;

- заключение договоров (соглашений) между государственными органами и загрязнителями окружающей среды, предусматривающих выполнение определенных требований к качеству;
- применение санкций за нарушения природоохранного законодательства, нормативных актов и других административных мер, включая закрытие предприятий. В Соединенных Штатах, например, владелец или водитель автобуса, не отвечающий требованию о работе на низкоэмиссионном топливе, будет оштрафован на 25,000 долларов за каждый день такого нарушения, в соответствии с актом о чистом воздухе, в том числе в Москве, есть сотрудники экологической полиции, которые выявляют и санкционируют нарушения природоохранного законодательства.

Помимо административных методов, в последнее время широко используются экономические методы, а именно, методы регулирования рыночной среды. В различных странах мира было разработано множество экономических инструментов для обеспечения экологической безопасности, включая экономические стимулы для экологических действий, экологическое страхование, усовершенствованные системы налогообложения с учетом экологических факторов, дешевые кредиты как стимул для экономии природных ресурсов, введение дифференцированных цен на экологически чистые и «грязные» продукты:

- поддержка частного сектора. Государство предоставляет финансовые гранты на развитие экологически чистых технологий и продуктов. Минимальный экологический налог устанавливается для таких компаний на переходный период, который может занять больше времени. Помощь может быть предоставлена в дополнение к целевому финансированию путем снижения рыночных цен на экологические установки и технологии, например, путем строительства различных экологических пространств через государственную организацию, после чего они почти по себестоимости передаются частным компаниям по низким процентным ставкам с долгосрочным планом процентных ставок [2];

- предоставление целевых кредитов и займов компаниям, желающим создать учреждения по уходу. Одновременно устанавливаются условия выплаты пособий и длительные сроки погашения (10-20 лет);

- ускорение удаления экологического оборудования. В Канаде, например, допускается 100% амортизация в первый год использования оборудования для ухода. Во Франции и Японии можно снизить 50% в первый год. Ускоренное удаление соответствует скрытым субсидиям;

- налоговые льготы для экологических инвестиций. Согласно местным законам в некоторых странах отдельные виды оборудования полностью освобождаются от налогов на экологические показатели.

Содействие развитию экологического бизнеса - это новый, но процветающий сектор для развитых стран. Такой рынок широко развивался в США, где в 80-е годы он начал применять так называемый принцип пузыря («принцип верхнего предела»). В соответствии с этим принципом компания определяет уровни выбросов определенных загрязняющих веществ не для каждого загрязняющего объекта на своей территории, а в целом. Обычно предполагается, что предприятие находится в пределах высокого предела, когда обнаруженное загрязнение не должно быть превышено. Компания сама имеет право решать, какие экологические меры и какие цели должны применяться, чтобы не превысить предоставленный лимит. Принцип пузыря может быть применен ко всем предприятиям региона. В данном случае его интересы заключаются в следующем:

- квоты являются обязательством ограничить потребление биосферных ресурсов и сократить выбросы загрязняющих веществ. Они должны делиться между государствами на добровольной основе согласно соответствующим международным соглашениям. Квоты могут устанавливаться для удаления природных ресурсов или изменения природных условий в экосистемах. Следует создать рынок для естественного проживания под контролем международных организаций. Концепция экологических квот не только обсуждается, но и уже реализована в Соединенных Штатах. Торговля выбросами в этой стране включает передачу разрешений на производство и использование веществ, разрушающих озоновый слой. Система квот на кислотные дожди также используется в европейских странах [3].

В настоящее время торговые квоты на выбросы парниковых газов, главным образом двуокиси углерода, являются международными. Международные организации и частные профсоюзы очень заинтересованы в этом рынке. Россия вполне может стать одним из крупнейших продавцов таких квот.

Вообще говоря, применение экономических методов в российском природопользовании находится на образовательной стадии. Экологическое страхование не получило широкого распространения из-за отсутствия конкретной правовой базы. Существует множество вопросов, требующих решений по ускоренной амортизации производственных экологических ресурсов. Экологический бизнес пока не получил признания и распространения, поскольку не привлекателен для инвесторов.

Социальные психологические методы в определенной степени важны для охраны окружающей среды. Они должны формировать осознанный и ответственный подход к природе и тщательному использованию природных ресурсов их пользователями и широкой общественностью. Внедрение социальных психологических методов осуществляется в контексте экологического просвещения и подготовки кадров [4].

Рассмотренные методы и инструменты управления охраной окружающей среды должны использоваться в совокупности с учетом их гибкого сочетания применительно к конкретным условиям.

Список использованных источников

1. Мазур, И.И. Инженерная экология: в 2 т. / И.И. Мазур, О.И. Молаванов, В.Н. Шишов. – М.: Высш. шк., 2008. – 655 с.
2. Моткин, Г.А. Основы экологического страхования / Г.А. Моткин. – М.: Наука, 2009. – 278 с.
3. Норт, К. Основы экологического менеджмента / К. Норт. – М.: ИНФРА-М, 2010. – 390 с.
4. Пахомова, Н.В. Экономика природопользования и экологический менеджмент: учеб. для вузов / Н.В. Пахомова, К.К. Рихтер. – СПб.: Изд-во С-Петербур. ун-та, 2009. – 488 с.

УДК 504.064.3

87.03: Теория и методы изучения и охраны окружающей среды. Экологические основы использования природных ресурсов

ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО МЕНЕДЖМЕНТА

Сухова Анна Олеговна,

*ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», к.т.н., доцент кафедры
«Природопользование и защита окружающей среды»
e-mail: apil1@yandex.ru*

Сапрыкин Данила Денисович,

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

Управление окружающей средой - это идеальная система управления. Система экологического менеджмента предусматривает создание более экологичного производственно-территориального комплекса, обеспечивает приемлемую связь между экологическими и экономическими показателями на протяжении всего существования такого комплекса без необходимости существенного изменения существующей технико-экономической системы и составляет первый этап доступности предприятия или города для решения проблем экологической безопасности. Экологический менеджмент - система управления объектом, использующая существующую инфраструктуру для соответствия требованиям стандартов, актов и правил в области рационального природопользования [1].

Экологическое управление осуществляется исключительно экономическими субъектами, реализующими внутреннюю мотивационную деятельность, зависящую от интересов персонала и определяемую основным принципом - непрерывным и последовательным совершенствованием.

Основные принципы, которые заложены в систему экологического менеджмента (СЭМ) обычно разделяют по таким факторам как механизм, процесс и система управления (рис. 1) [2].



Рисунок 1 - Основные принципы экологического менеджмента.

Принципы экологического менеджмента:

1. Принцип экологической осведомленности, который должен быть установлен и развит в процессах рационального природопользования. Человеческая голова почти всегда способна использовать наиболее эффективные средства действия, механизмы управления. Важнейшими элементами осознания являются как преимущества, так и ценности, и мотивы действий, которые зависят от достижения цели.

2. Принцип экологической мотивации действий, заключающийся в том, что инструменты мотивации предпочтительно используются для решения экологических проблем.

3. Принцип прогрессирования или осторожности при решении проблем. Большинство процессов в окружающей среде в результате хозяйственной деятельности человека становятся необратимыми слишком быстро, поэтому механизм рационального природопользования должен быть сосредоточен на превентивных мерах по созданию очень важных кризисных ситуаций для рационального природопользования.

4. Принцип цели и стратегии играет важную роль в управлении процессами. Рациональное природопользование может быть эффективным только при наличии четкой стратегии. Основная цель экологического менеджмента - включить те части, которые отражают экологические проблемы региона (города) и связать их с системой общих проблем в развитии производства.

5. Принцип порядка. В области рационального природопользования особенно важное значение имеет согласованность решения проблем. У каждого руководства есть ряд приоритетных проблем при разработке управленческих решений, и отбор основан на разных критериях, определяющих построение порядка в соответствии с экологическим законодательством.

6. Принцип своевременности. В природопользовании главное - определить, когда возникает наиболее эффективное решение экологической проблемы - то есть предотвратить ее крайнее ухудшение, кризис и минимизировать последствия.

7. Принцип функциональной интеграции работает в системе экологического менеджмента. Для успешного управления и использования исключительно функционального решения экологических проблем необходимо интегрировать управленческие функции в соответствии с целями экологического развития.

8. Принцип профессии - необходимость специальной подготовки руководителей, использование знаний в сфере экологии. Профессиональная подготовка обеспечивает текущие параметры управления и приоритеты.

9. Принцип профессии - необходимость конкретной подготовки руководителей, использование знаний в сфере экологии. Профессиональная подготовка обеспечивает текущие параметры и приоритеты управления.

Принципы экологического менеджмента должны действовать только в системе, во взаимозависимости, потому что каждый из них является дополнением и конкретизацией другого [3].

Список использованных источников

1. ГОСТ Р ИСО 14001-2016 Системы экологического менеджмента. Требования и руководства по применению. - М.:Стандартинформ. 2017.
2. Измалкова С.А. Экологический менеджмент: учебное пособие для высшего профессионального образования / С.А. Измалкова, И.Л. Авдеева, Т.А. Головина, С.С. Бахтина, Л.В. Парахина. – Орел: ФГБОУ ВПО «Госуниверситет — УНПК», 2016. – 164 с.
3. Бятова К.Д. Роль экологического учета и аудита в глобальном устойчивом развитии / К.Д. Бятова // Сборники конференций НИЦ Социосфера. — 2020. — № 9. — С. 8-10.

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ЭЛЕКТРОТЕХНОЛОГИИ ОБЕЗЗАРАЖИВАНИЯ
ОРГАНИЧЕСКОГО УДОБРЕНИЯ

Гурьянов Дмитрий Валерьевич,

ФГБОУ ВО «Мичуринский государственный аграрный университет», к.т.н., доцент,

e-mail: guryanov72@mail.ru

Аннотация. В представленной статье рассмотрено оборудование для обеззараживания органического удобрения в сельском хозяйстве для повышения экологической чистоты и повышения урожайности урожая.

Ключевые слова: органическое удобрение, электротехнологии, обеззараживание, аэратор.

Обеззараживание (дезинфекция) органических отходов – это обработка, заключающаяся в уничтожении или ослаблении болезнетворных, патогенных и условно патогенных микроорганизмов, которая уменьшает количество микроорганизмов в отходах до приемлемого уровня, но не уничтожает полностью. Данный процесс является временной мерой.

Основу органических отходов, образующихся на животноводческих и птицеводческих предприятиях, составляют экскременты животных и птицы (навоз и помёт).

Навоз представляет собой смесь твердых и жидких экскрементов животных, технологической и смывной воды, отходов корма и газообразных веществ. По существу, это полудисперсная суспензия, состоящая из органического и минерального соединения воды, разнообразных солей и газов. В её состав входят многочисленные микроорганизмы, простейшие, яйца и личинки гельминтов, водоросли и семена, шерсть, щетина и не которые другие включения. Компонентами минерального происхождения в таком навозе оказываются коллоидные, глинистые, пылевые и песчаные составляющие, которые попадают животным с кормами, при разрушении полов, решеток и каналов систем навозоудаления. Отходы животноводства и птицеводства содержат большое количество органических веществ и являются благоприятной средой для развития различных видов микроорганизмов. В условиях естественной аэрации и при соответствующей влажности и температуре внешней среды в 1 г навоза и помёта содержатся иногда более 1 млрд бактерий, нитрифицирующие, денитрифицирующие бактерии, плесневые грибы, актиномицеты и дрожжи.

Навоз является благоприятной питательной средой для роста, развития и размножения микроорганизмов. При повышении в навозе сухого вещества снижается численность патогенных микроорганизмов. Разбавление навоза водой в соотношении 1:10 наоборот увеличивает выживаемость патогенной микрофлоры более чем в 3 раза.

Более 90% микрофлоры составляют микроорганизмы из родов: *Morganilla*, *Klebsiella*, *Proteus*, *Escherichia*, *Aerobacter*, *Salmonella*, *Allcaligenes*, *Clostridium*, *Streptococcus*, *Staphylococcus*, *Micrococcus*, *Bacillus*, *Sarcina* и др.

В навозе и помете в большом количестве могут присутствовать возбудители инвазий: аскаридоза, трихоцефалеза, эзофагостомоза и др. [1]

Подстилочный навоз – традиционно сложившееся, проверенное многовековой практикой земледелия удобрение. Анализ отечественного и зарубежного опыта показывает, что одной из перспективных технологий, особенно в условиях фермерских хозяйств, является технология производства подстилочного навоза при содержании животных на глубокой подстилке. Она наиболее полно отвечает холодным климатическим условиям России, особенно в средних и южных регионах, где много зерновых, и обеспечивает производство высококачественных органических удобрений с минимальными затратами энергии и материальных ресурсов. Использование несменяемой (теплой) подстилки экономически эффективно в зонах с повышенными требованиями к экологии (пригороды промышленных центров, зоны отдыха и др.) и достаточным количеством недорогого влагопоглощающего материала. Подстилочное содержание – более щадящее для животных и людей (уменьшается количество вредных выбросов). Кроме того, оно избавляет от жидкого навоза, продлевает время использования производственных зданий. Оно улучшает физико-химические и биологические свойства навоза, понижает его влажность, переводит из вязкого в плотное состояние, обеспечивает лучшее проникновение атмосферного воздуха (аэрацию) и ускоряет биотермическое обеззараживание. Использование подстилки облегчает перевозку навоза, упрощает его хранение, внесение и заделывание в почву [2, 3, 4].

Для обеззараживания и приготовления органических удобрений из куриного помета предлагается применить **мобильный аэрактор-обеззараживатель** циклического действия, разработанный в ФГБОУ ВО Мичуринский ГАУ (патент на полезную модель №179548) [87], который навешен на стрелу погрузчика ПГ-08, рисунок 1.

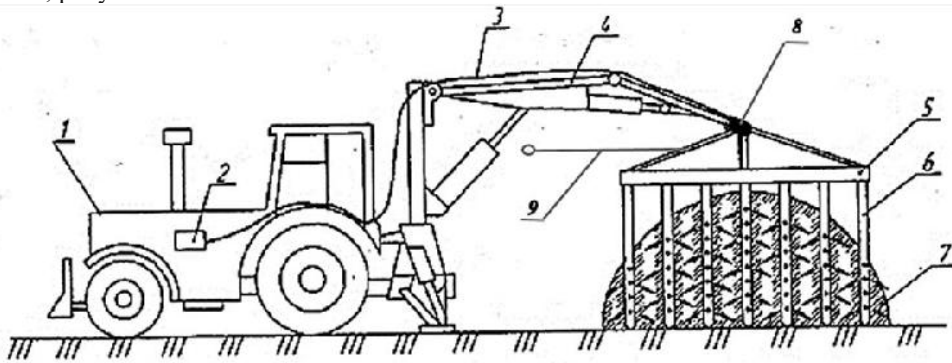


Рисунок 1 – Аэрактор-обеззараживатель буртов помета

1-трактор; 2-компрессор; 3-воздухопровод; 4-стрела погрузчика; 5-рама обеззараживателя; 6-аэрационные трубы-электроды; 7-бурт помета; 8-изоляторы; 9-энергопровод.

Аэрактор-обеззараживатель периодически вкалывается в бурт сформированного помета и насыщает воздух, а электроды, установленные на аэрационных иглах, создают электрическое поле, и органическая масса обеззараживается. Насыщенные атмосферным воздухом кислородом органическую массу в буртах ускоряет биотермический процесс, это позволяет снизить срок приготовления органических удобрений.

Для обеззараживания и переработки помета и навоза в буртах и траншеях предлагается машина, конструкция которой разработана в ФГБОУ ВО Мичуринский ГАУ (патент на полезную модель №176764) [5].

Имеется конструкция **пресса для изготовления брикетов из подстильного навоза**, разработанная в ФГБОУ ВО Саратовский ГАУ (патент на полезную модель №184453) [6], представленная на рисунке 2.

Пресс для изготовления брикетов из подстильного навоза содержащий раму 1, на которой установлены электропривод с редуктором 2, загрузочный бункер 4 с дозатором 3, шнек с меняющимся шагом спирали 5, насадку 7 для формовки брикетов, камеру прессования 6 с дренажными отверстиями 8, противорежущую пластину 10 и нож 9, при этом противорежущая пластина с ножом для измельчения навоза установлены перед камерой прессования на валу шнека, а после камеры прессования расположена насадка для брикетирования.

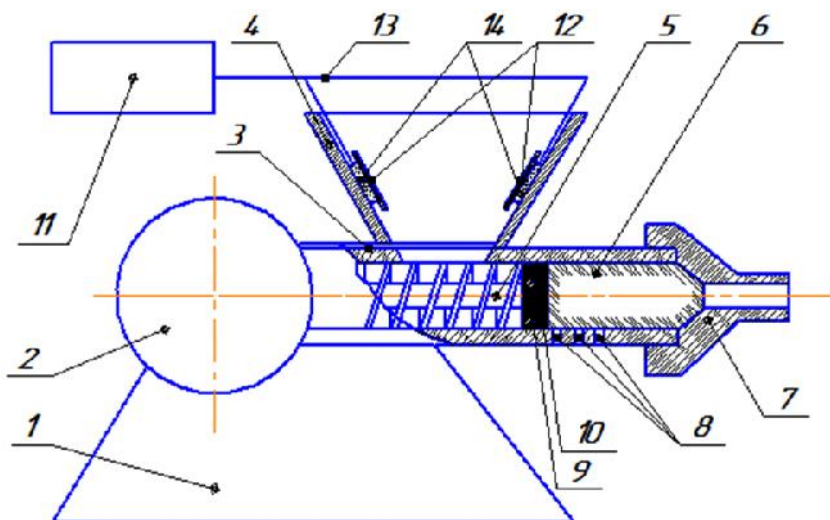


Рисунок 2 – Пресс для изготовления брикетов из подстильного навоза

В загрузочном бункере 4 установлены пластины-электроды 12, подключенные к источнику питания 11 через электроподвод 13 и которые создают электрическое поле в органической массе, что поз-

воляет обеззараживать подстильный навоз и получать экологически чистые брикеты для выращивания рассады. Пластины-электроды 12 установлены на изоляторах 14.

Пресс для изготовления брикетов из подстильного навоза работает следующим образом.

Измельченный подстильный навоз влажностью 50...55% загружается в загрузочный бункер 4, где посредством пластин-электродов 12 на изоляторах 14 через электроподвод 13 от источника питания 11 происходит его обеззараживание электрическим полем. Далее через дозатор 3 навоз поступает в камеру прессования 6, где шнеком 5 подается на измельчение ножом 9 относительно противорезущей пластины 10. Затем с камеры прессования 6 в насадку для формовки брикетов 7. Удаление влаги происходит через дренажные отверстия 8.

После чего навоз транспортируется шнеком 5 с меняющимся шагом спирали в камеру прессования 6, где выходит через насадку 7 в виде брикетов. В зоне прессования подстильный навоз нагревается до 65°C, в результате чего происходит его обеззараживание.

Изготовленные брикеты, пройдя обеззараживание в загрузочном бункере за счет создания электрического поля в органической массе и нагрева до 65°C в камере прессования, получаются экологически чистые и не содержат грибов, болезнетворных бактерий и гельминтов.

Аэрационный биореактор-обеззараживатель подстильного навоза, разработанный в ФГБОУ ВО Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева (патент на полезную модель № 186053) [7], рисунки 3 и 4, может быть использован для переработки органических отходов с получением удобрений.

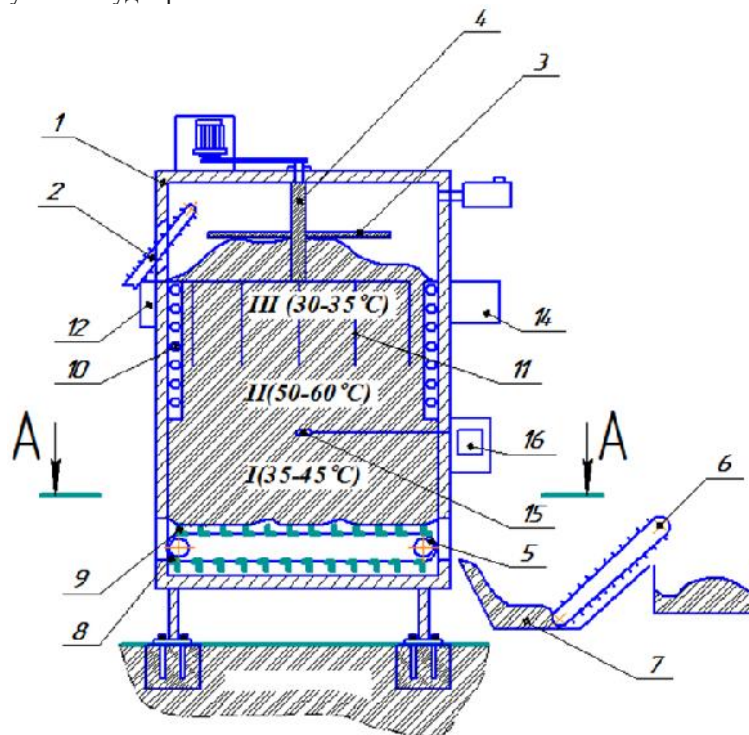


Рисунок 3 - Аэрационный биореактор-обеззараживатель подстильного навоза

Вид А-А

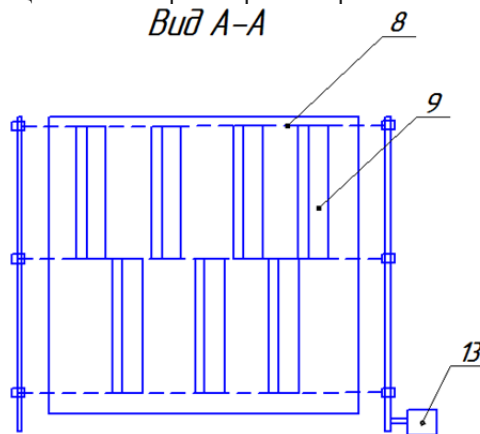


Рисунок 4 – Цепочно-скребковый транспортер выгрузки готового органического удобрения

При помощи биореактора происходит совершенствование процесса обеззараживания и разгрузки экологически чистого высококачественного органического удобрения при переработке подстилочного навоза.

Такая конструкция обеспечивает создание электрического поля в органической массе аэрационного биореактора-обеззараживателя, в связи с этим погибают грибные колонии, болезнетворные бактерии и гельминты. Цепочно-скребковый транспортер выгружает готовое органическое удобрение, перемещающегося в вертикальной плоскости за счет гравитационных сил по всей площади поперечного сечения биореактора-обеззараживателя.

Аэрационный биореактор-обеззараживатель подстилочного навоза содержит закрытый теплоизоляционный корпус 1, устройство для подачи исходного сырья в виде скребкового транспортера 2, в верхней части установлено приспособление для выравнивания исходного материала выполненное в виде лопастей 3, установленных на валу 4, цепочно-скребковый транспортер для выгрузки готового удобрения 5, погрузочного скребкового транспортера готового продукта 6, завальная яма 7, цепь скребкового транспортера 8, скребок 9, воздухопроводные трубы 10, электроды для создания электрического поля в органической массе 11, источник питания 12, электропривод цепочно-скребкового транспортера 13, воздуходувка 14.

Аэрационный биореактор-обеззараживатель работает следующим образом. Измельченный подстилочный навоз влажностью 50 – 55 % выдерживается в буртах в течение 3...5 суток. Далее подстилочный навоз скребковым транспортером 2 загружается в корпус 1 круглой формы с открытым дном.

Равномерность распределения материала по всему объему обеспечивается лопастями 3, установленными в верхней части корпуса на валу 15.

Компостируемый материал медленно перемещается сверху вниз за счет гравитационных сил, через воздухопроводные трубы 10 подстилочный навоз насыщается воздухом и создаются благоприятные условия в биореакторе для развития мезофильной и термофильной микрофлоры, это приводит к интенсивному разложению органической массы и повышению температуры до 60...70⁰С, а электроды, установленные внутри биореактора создают электрическое поле в органической массе и дополнительно уничтожают грибные колонии, болезнетворные бактерии и гельминты. Полученное органическое удобрение экологически чистое и высокого качества [8, 9].

Из графика, представленного на рисунке 5, видно, что при увеличении постоянного тока до значения 3 А количество грибных колоний *Mucor* резко снижается с 45 до 3%, а образец с антибиотиком наоборот способствует увеличению *Mucor*. В результате исследования грибных колоний *Bacillus* с увеличением значений постоянного тока до 3 А наблюдается плавное снижение их количества с 70 до 50%, а образец с антибиотиком способствует снижению с 20 до 10%.

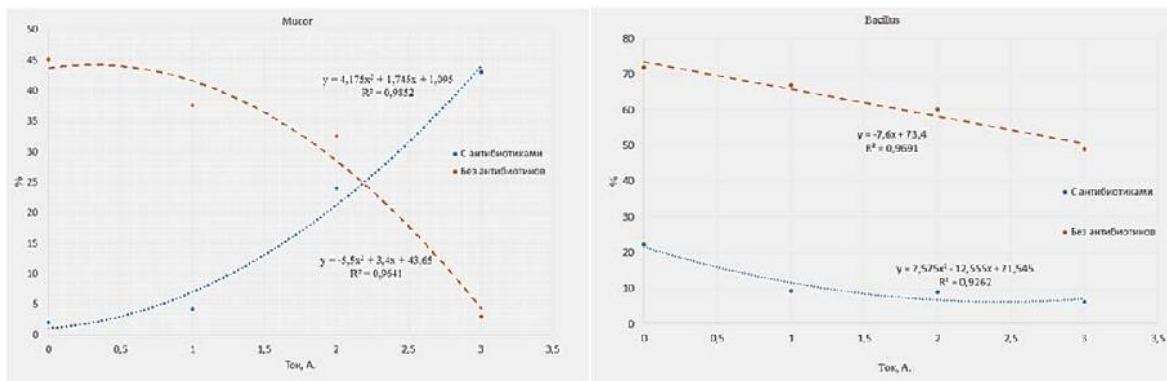


Рисунок 5 – Зависимость влияния электрического поля на колонии микроорганизмов *Mucor*, *Bacillus*, *Xantfromonas*

Исследование процесса обеззараживания от колоний микроорганизмов проводили электрическим полем на установке, рисунок 6.

В результате исследования грибных колоний *Xantfromonas* с увеличением значений постоянного тока до 3 А наблюдается постоянство их количества менее 1%, а образец с антибиотиком способствует увеличению с 1 до 5%.

Измерение напряженности электрического поля и плотности потока энергии производили при помощи прибора П-41.



1 - электрод, 2 – куриный помет, 3 – прибор контроля параметров электрического поля (ПЗ-41),
4 – источник постоянного тока (AV971122).

Рисунок 6 - Экспериментальная установка для обеззараживания помета в электрическом поле постоянного тока (Измерение напряженности электрического поля и плотности потока энергии при различных значениях постоянного тока)

Измеритель ПЗ-41 предназначен для измерения плотности потока энергии (ППЭ) и среднеквадратических значений напряженности электрического и магнитного полей в режиме непрерывной генерации при проведении контроля уровней электромагнитного поля на соответствие требований нормативных документов, рисунок 7.



Рисунок 7 - Измеритель уровней электромагнитных излучений ПЗ-41

Анализируя зависимость, представленную на рисунке 8 можно сделать вывод, что плотность потока энергии (ППЭ), распространяемой от одиночного электрода в пространстве достигает максимального значения 23 мкВт/см^2 ($r=10 \text{ см}$).

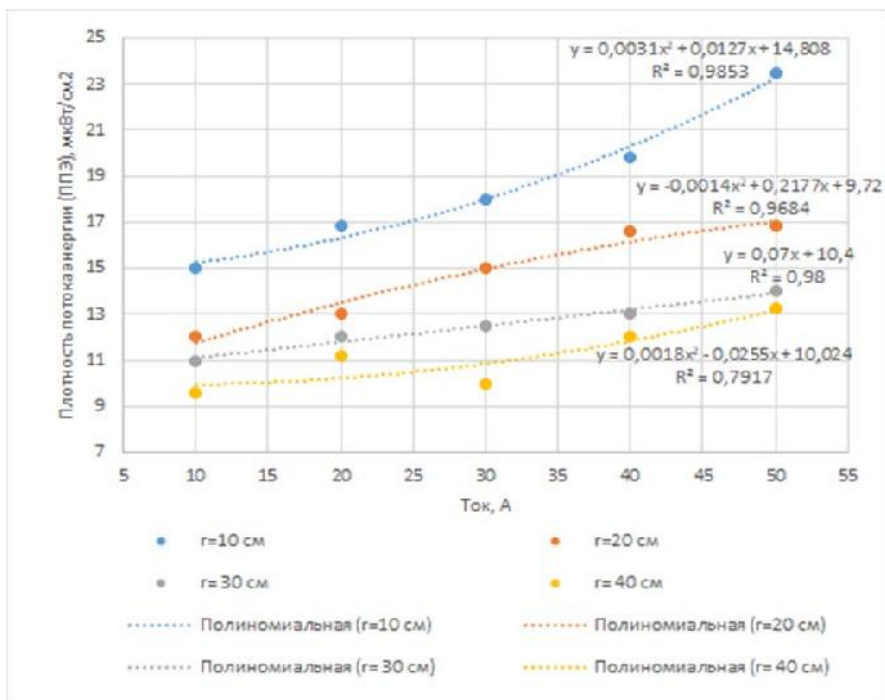


Рисунок 8 – Зависимость плотности потока энергии (ППЭ) от значения постоянного тока источника питания (при изменении расстояния r от одиночного электрода)

На рисунке 9 представлена зависимость КОЕ от времени обработки при различных методах обеззараживания (ультразвукового, ультрафиолетового и электрического поля постоянного тока).

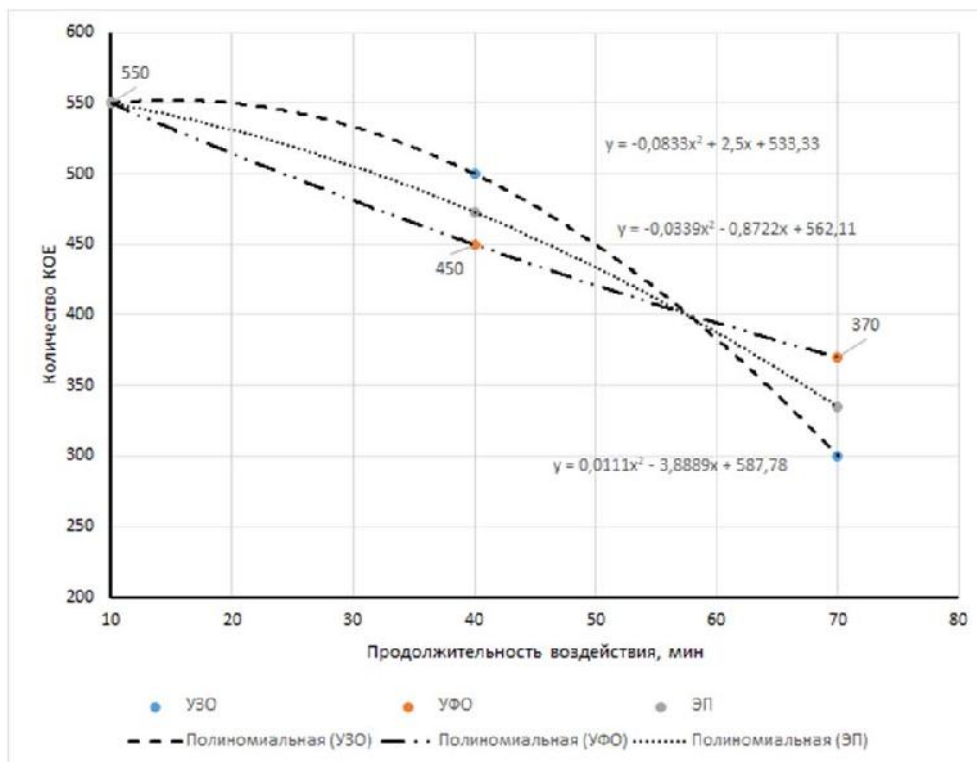


Рисунок 9 – Зависимость количества КОЕ от продолжительности воздействия при различных методах электрофизического воздействия на среду

Можно констатировать факт, что все три метода воздействия ведут к значительному снижению КОЕ с 550 до 300...370 (в 1,5 раза) [10, 11, 12].

Выводы.

1. Исследования показали, что при увеличении расстояния от одиночного электрода на каждые 10 см плотность потока энергии (ППЭ) уменьшается на 2,5 мкВт/см².
2. Ультразвуковое, ультрафиолетовое и электрическое воздействие на органическое удобрение ведёт к значительному снижению КОЕ с 550 до 300...370 единиц.

Список использованных источников

1. Денисов, А. Экологические проблемы крупных свиноводческих комплексов [Текст] / А. Денисов, А. Семижон // Сельскохозяйственная техника: обслуживание и ремонт – 2008. – №5. – С. 67–70.
2. Дурдыбаев, Г.Д. Утилизация отходов животноводства и птицеводства [Текст] / Г.Д. Дурдыбаев, В.С. Данилкина, В.П. Рязанцев. – М., 1989. – 55 с.
3. Еськов, А.И. Состояние и перспективы применения органических удобрений и потребность в технических средствах [Текст] / А.И. Еськов, М.Н. Новиков // Научно–технические проблемы механизации и автоматизации животноводства: сб. науч. тр. / ВНИИМЖ. –Подольск, 2001. – Т. 10, Ч. 2. – С. 233–239.
4. Второй, В.Ф. Методика выбора экологически безопасных технологий уборки и утилизации навоза на фермах по откорму КРС [Текст] / В.Ф. Второй, В. Романюк // Экология и сельскохозяйственная техника.: материалы 3–й науч. – практ. конфер. – Спб, 2002. – С. 283–289.
5. Патент № 176764 Российская Федерация А01С 3/00, Аэрактор-обеззараживатель подстилочного навоза в буртах /Д.В. Гурьянов, В.Д. Хмыров, Ю.В. Гурьянова, П.Ю. Хатунцев// Заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВО «Мичуринский государственный аграрный университет». – заявка № 2017121409; заявл. 19.06.2017; опубл. 29.01.2018.
6. Патент №184453 Российская Федерация, С05F 3/00. Пресс для изготовления брикетов из подстилочного навоза / А.С. Старцев, В.Д. Хмыров, Д.В. Гурьянов// Заявитель и патентообладатель ФГОУ ВО «Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова». – заявка №2018117822; заявл. 14.05.2018; опубл. 25.10.2018.
7. Патент №186053 Российская Федерация, С05F 3/06. Аэрационный биореактор-обеззараживатель подстилочного навоза/ Бышов Н.В., Борычев С.Н., Успенский И.А., Гурьянов Д.В., Хмыров В.Д. //заявитель и патентообладатель ФГОУ ВО «Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева». – заявка №2018117586; заявл. 11.05.2018; опубл. 27.12.2018.
8. Гурьянов Д.В. Технология переработки помета в органическое удобрение / В.Д. Хмыров, Д.В. Гурьянов, В.Б. Куденко // Аграрный научный журнал. 2021. No 12. С. 127–129. <http://dx.doi.org/10.28983/asj.y2021i12pp127-129>
9. Гурьянов Д.В. Аэрационный биореактор-электрообеззараживатель помета / Д.В. Гурьянов, В.Д. Хмыров, Ю.В. Гурьянова// Аграрный научный журнал - №4 – 2020. - с. 75-78
10. Guryanov D. V. Theoretical Aspectsof Construction of Turning up and Loading Machine with Disinfection Option for Agricultural Waste by Carbon Nanostructures Modified Sodium Acetate/ A. V. Shchegolkov, B. S. Trufanov, V. D. Hmyrov, V. B. Kudenko, Dmitry V. Guryanov, Y. V. Guryanova//Nano Hybrids and Composites, Vol. 13, pp. 130-134, 2017
11. Guryanov D. V. Effect of different dosages of organic substrate on the catalase activity and the anthocyanins content in the one-year-old shoots of apple tree / Julya V. Guryanova, Viktor D. Khmyrov, Dmitry V. Guryanov, Pavel Yu. Khatuntsev, and Taymaskhan H.-H. Aliev// BIO Web of Conferences. II International Scientific Conference “Plants and Microbes: The Future of Biotechnology” (PLAMIC2020). 2020. С. 01008.
12. Guryanov D. V. Technical means for disinfection and processing of bedding manure into organic fertilizers/ D.V.Guryanov, V.D.Khmyrov, V.B.Kudenko, B.S.Trufanov, Yu.V.Guryanova, P.Yu.Khatuntsev and E.N.Nuzhdova // International Conference on Agricultural Science and Engineering.IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 845 (2021) 012034 <https://doi.org/10.1088/1755-1315/845/1/012034>

АНАЛИЗ МАШИН ДЛЯ ВНЕСЕНИЯ ТВЕРДЫХ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ

Капустин Василий Петрович,

*ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет»,
д.т.н., профессор кафедры «Агроинженерия»,
e-mail: prof@yandex.ru*

Андреев Антон Александрович,

*ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», магистрант,
e-mail: fenex2014@gmail.com*

В основных направлениях экономического и социального развития на период до 2030 года указывается, что одной из важнейших задач в земледелии является повышение плодородия почв и урожайности, увеличение производства зерна, кормов и другой продукции [1,2]. Широкая химизация земледелия – одно из направлений реализации поставленных задач. Осуществить ее можно путем ускоренного развития производственно-технической базы химизации, специализации агрохимического обслуживания сельхозпредприятий, повышения производительности наземных машин на работах, связанных с подготовкой и внесением минеральных удобрений.

Эффективность выполнения всех агротехнических требований к технологическому процессу внесения минеральных удобрений определяется принятой технологической схемой и совершенством применения средств механизации. Система использования минеральных удобрений предусматривает несколько технологических схем. Выбор рационального варианта обусловлен наличием материально-технической базы, организационными и экономическими факторами. Существует три схемы – прямоточная, перегрузочная и контейнерная [3]. Наиболее проста прямоточная технология, при которой подготовленные минеральные удобрения загружают на агрохимических пунктах химизации в транспортно-технологические машины, затем доставляют на поля и вносят в почву. Для ее реализации требуется минимальное количество машин и упрощены организационные вопросы. Поэтому 80% удобрений под основную обработку в подкормку зерновых культур вносят по прямоточной технологии [3,4].

Твердые минеральные удобрения обычно вносят по прямоточной и перегрузочной схемам. Перегрузочная технология внесения туков отличается от прямоточной тем, что доставляют минеральные удобрения к месту их применения одни машины, а вносят в почву – другие. Для транспортировки удобрений используют машины с большой скоростью движения и оборудованные перегрузочными механизмами, а для внесения – специализированные агрегаты, которые постоянно работают в поле. Доставленные к месту внесения удобрения перегружают в емкости технологических машин и распределяют по поверхности поля или заделывают в почву на заданную глубину. Вносить удобрения по перегрузочной технологии можно и разбрасывателями 1РМГ-4, РУМ-5, РУМ-8, РУМ-16, КСА-3 и другими. Прямоточная и перегрузочная технологические схемы работ машин наиболее экономически выгодные и обеспечивают полную механизацию работ. Прямоточная схема может быть рекомендована при работе кузовных машин для внесения, если места хранения удобрений расположены в пределах эффективного радиуса их использования (до 5 км). При больших радиусах применяют перегрузочную и контейнерную схемы [4].

Комплекс наземных машин для внесения твердых минеральных удобрений включает тракторные (НРУ-0,5, РМС-6, 1РМГ-4, РУМ-5, РУМ-8, РУМ-16) и автомобильные разбрасыватели (КСА-3, МХ-7). Как показывают результаты исследований, на серийно выпускаемых промышленностью разбрасывателях минеральных удобрений РУМ-5, РУМ-8, РУМ-16, КСА-3 центробежные диски, на рабочей ширине захвата, равной в среднем 16 м, обеспечивают неравномерность $\pm 25\%$ [5]. При распределении удобрений воздушным потоком частицы туков выпадают в почву на расстоянии от 8 до 24 м от оси движения агрегата. Качественное распределение туков наблюдается также на ширине захвата, равной в среднем 16 м. По результатам исследований, проведенным УНИИМЭСХ и ХИМЭСХ, рациональная скорость воздушного потока для пневматического распределения удобрений равна 44...52 м/сек, длина разгонного участка – 1,1 м, а угол наклона его к горизонту – 15...25° [4]. Для внесения удобрений при основной обработке почвы могут применяться и другие машины (плоскорез-удобритель КПП-2,2; агрегат ЗКА-3,6; зерновые сеялки СЗ-3,6, СЗУ-3,6, семейство кукурузных сеялок СУПН-8 и другие).

В России специалистами ведущих отечественных научных организаций ведутся определенные разработки в этом направлении, но в серийном производстве машин, способных вносить удобрения дифференцированно с использованием систем спутниковой навигации, нет. Кроме того, даже производство обычных машин для внесения удобрений по сравнению с 1990 г, сократилось почти в пять раз.

Номенклатура производимых отечественных машин включает в себя одно- и двухдисковые разбрасыватели удобрений с коническими бункерами или выполненные в виде безрессорной балансирной тележки типа «тандем». Среди производителей отечественных машин следует отметить ОАО «ВИСХОМ», ОАО «Михневский ремонтно-механический завод» (г. Москва), ОАО «Завод «Техноприбор» (г. Смоленск), ОАО «Агрохиммаш» (г. Ставрополь) и другие.

ОАО «ВИСХОМ», ОАО «Завод «Техноприбор» и ОАО «Агрохиммаш» выпускают простые одnodисковые разбрасыватели удобрений (РМУ-8,5; ЗТВМ-0,8; РУН-700/25) с шириной захвата 5...25 метров и бункером вместимостью 0,3...0,8 м³.

Навесной разбрасыватель минеральных удобрений ленточного внесения серии РУМ 05С предназначен для внесения гранулированных и порошкообразных удобрений в приствольную зону в современных садах, ягодниках, виноградниках, садовых и лесных питомниках интенсивного типа. Преимущества ленточного внесения: обеспечивает рассеивание удобрений в прикорневую зону, что приводит к значительной экономии и более эффективному их использованию; исключает попадание в зоны, не предназначенные для подкормки, чем снижает потери удобрений (до 60%) и не стимулирует рост сорняков; уменьшает количество загрузок, сокращая сроки подкормки; позволяет работать в ветреную погоду. Загрузочный бункер – полимер PVC (светостабилизированный, морозостойкий, ударопрочный). Редуктор разбрасывателя – многоступенчатый, производство «BONDIOLI & PAVESI» (страна – Италия). Технические характеристики: вместимость бункера – не более 500 кг; ширина захвата (рядов) – 2; количество разбрасывающих лопаток – 4 штуки; скорость вращения диска – 540 об/мин; дозатор – целевого типа; норма внесения – 60...500 кг/га; масса – не более 80 кг.

Продукция ОАО «Михневский ремонтно-механический завод» наряду с одnodисковыми (Л-116; МВУ-0,5) включает в себя и двухдисковые разбрасыватели МВУ-5 и РДУ-1,5. МВУ-5 представляет собой безрессорную балансирную тележку типа «тандем» с кузовом, внутри которого имеются прутково-пластинчатый транспортер с приводом от ходового колеса или ВОМ трактора и приспособление для равномерной загрузки удобрений, выполненное в виде объемного экрана из биметалла. Рассеивающие диски имеют четыре желобковые лопатки, установленные под углом 90° друг к другу. Дозирующая заслонка-шибер перемещается в направляющих на заднем борту кузова с помощью штурвала, закрепленного на валу вместе с двумя звездочками, входящими в зацепление с рейками на заслонке. При вместимости бункера 0,7 м³ она обеспечивает ширину захвата от 7 до 17 м и дозу внесения 100...15000 кг/га.

Навесной дисковый разбрасыватель удобрений РДУ-1,5 оснащен двумя дисками, приводимыми во вращение от ВОМ трактора, с крыльчатками, в зависимости от угла установки которых (и вида удобрений) ширина захвата изменяется от 10 до 28 м. Конструкция машины предусматривает использование её при различной ширине технологической колеи. Имеется возможность одностороннего внесения удобрений на краю поля и управления подачей удобрений отдельно на каждый рабочий диск из кабины трактора.

В мировой практике основная доля минеральных удобрений вносится с помощью дисковых разбрасывателей, которые обеспечивают высокую точность, надежность и производительность [6,7,8]. Тенденцией развития этих машин по-прежнему остается повышение качества внесения удобрений при максимальном сокращении их потерь и одновременном увеличении рабочей ширины захвата. Наряду с этим прослеживается новая тенденция повышения адресного целенаправленного внесения удобрений в соответствии с потребностями в них растений. При этом продолжают развиваться два направления: дифференцированное внесение удобрений с использованием спутниковых навигационных систем и внесение удобрений в режиме реального времени на основании показаний оптических датчиков (так называемых N-сенсоров либо датчиков «Hydro-N») или других специальных систем.

Разбрасыватели минеральных удобрений Exacta имеют уникальную систему внесения минеральных удобрений *CentzeFlow*: гранулы удобрений уже находятся в состоянии вращения, когда поступают на разбрасывающие лопатки. Это исключает дробление гранул удобрений, а также обеспечивает равномерное распределение удобрений по ширине разбрасывания. Дополнительно возможно оборудование электронной системой контроля за нормой внесения. Имеются навесные и прицепные варианты комплектации. Стандартная комплектация включает: 8 лопаток на каждый диск; комплект для установки внесения малых доз; нержавеющие стальные передние пластины; прибор для настройки точного внесения; 2 прочных, с высокой пропускной способностью решета; предохраняющая от перегрузки муфта и калибровочный контейнер. В системе разбрасывания *CentzeFlow* гранулы удобрений уже находятся в состоянии вращения, когда поступают на разбрасывающие лопатки, что сохраняет качество удобрений и обеспечивает требуемую ширину внесения. Модель *Exacta TL* оборудована системой взвешивания, норма внесения калибруется автоматически, экономя время и повышая производительность, работая в режиме реального времени, постоянно обрабатывая и учитывая характеристики вносимого удобрения и скорость

движения трактора. С соответствующим оборудованием GPS возможно дифференцированное внесение удобрений согласно картам полей с разбивкой по нормам внесения на различных участках.

В отсутствие необходимого количества отечественной техники в хозяйствах страны все большее использование получают машины производства стран СНГ и дальнего зарубежья. Среди стран СНГ основным производителем машин для внесения минеральных удобрений является РУПП «Бобруйскагромаш», который производит двухдисковые разбрасыватели удобрений РУ-1600 и РУ-3000, машину для поверхностного внесения минеральных удобрений МТТ-4У, машину для внесения пылевидных химических мелиорантов МШХ-9. Двухдисковые разбрасыватели серии РУ вносят удобрения на ширину 28 м при норме внесения 40...1100 кг/га, машина МТТ-4У – соответственно 16...24 м и 49...1000 кг/га. Ширина распределения пылевидных химических мелиорантов машиной МШХ-9 составляет 9,5 м, диапазон внесения – 3...6 т/га. Машина имеет привод от ВОМ трактора и оборудована двумя распределяющими штангами с дозирующим механизмом и питающим транспортером. Регулировка доз внесения производится изменением скорости движения агрегата, а также высоты подъема заслонки шиберного дозатора.

Среди зарубежных фирм машины для внесения минеральных удобрений были представлены известной и хорошо зарекомендовавшей себя на российском рынке немецкой фирмой «Amazone», а также фирмами «Kuhn» (Франция), «Jordons» (Италия) и другие.

Продукция фирмы «Amazone» – разбрасыватели серий ZA-M, ZA-X, ZA-B – отличается высоким техническим уровнем, который обусловлен наличием следующих конструкторских решений: не требующий технического обслуживания редуктор, работающий в масляной ванне с встроенной защитой от перегрузок; электрокатодная покраска погружением для бункеров и рам и распределяющий механизм из высококачественной стали, обеспечивающие длительный срок эксплуатации; прецизионные распределяющие диски с поворотными распределяющими лопастями и возможностью точной регулировки без применения инструментов с помощью хорошо читаемой шкалы; спиральная мешалка в бункере, обеспечивающая равномерное поступление удобрений на диски; удобрения подаются в центр диска, не получая удара лопаткой, и не разрушаются; дистанционно управляемое устройство «Limiter» для распределения удобрений на границах удобное агрегатирование с помощью телескопического карданного вала; загрузочный шнек для облегчения загрузки удобрений.

Фирма «Jordons» для небольших и средних хозяйств предлагает малообъемные (300...800 л) одно- и двухдисковые разбрасыватели удобрений. Однодисковые цилиндрические и двухдисковые пирамидальные разбрасыватели серии «J» оснащены пластиковым или металлическим бункером. Их настройка осуществляется за несколько приемов регулированием дозирующей заслонки.

Центробежные двухдисковые разбрасыватели удобрений серии MDS (изготовитель – фирма «Kuhn», Франция) предназначены для поверхностного внесения гранулированных и кристаллических минеральных удобрений. Оснащены разбрасывающими дисками с быстрорегулируемыми (без инструментов) лопатками, быстромонтируемыми дисками-мешалками с частотой вращения 180 мин⁻¹, системой прямого контроля потока удобрений DFC, добавочными увеличителями вместимости бункера.

Двухдисковый разбрасыватель удобрений MDS 932 (изготовитель – фирма «Rauch», Германия) предназначен для поверхностного внесения твердых минеральных удобрений. Оснащен медленно вращающейся (180 мин⁻¹) мешалкой удобрений, гидравлической системой управления дозой внесения удобрений (в том числе различной для правого и левого разбрасывающих дисков), дисками для широкого рассеивания удобрений при подкормке, увеличителями вместимости бункера, оборудованием для рядового внесения удобрений с бесступенчатым регулированием расстояния между рядами. Технические характеристики двухдисковых разбрасывателей минеральных удобрений серии MDS 932: ширина захвата – 10...18 или 20...24 м; вместимость бункера – 900+400 или плюс 600 литров (при использовании увеличителей вместимости бункера); высота заполнения – 1010+180 или плюс 300 мм; масса – 210+30 или плюс 40 кг (при использовании увеличителей вместимости бункера).

Двухдисковый разбрасыватель удобрений «ALPHZ 1142» (изготовитель – фирма «Rauch», Германия) предназначен для поверхностного внесения твердых минеральных удобрений в гранулированном и кристаллическом виде. Оснащен медленно вращающейся (20 мин⁻¹) звездообразной мешалкой удобрений в бункере, гидравлической системой управления дозирующими шиберами (в том числе с возможностью отдельного управления правым и левым разбрасывающими дисками), защитным экраном дисков, DFE-шкалой для быстрой корректировки устанавливаемой нормы расхода после проверочного разбрасывания неизвестного удобрения, блоком управления «Quantron-M», позволяющим регулировать норму расхода удобрений в зависимости от скорости движения.

Основной причиной неудовлетворительного контроля качества работы отечественных машин для внесения удобрений являются большие затраты времени на вычисление нормы и неравномерности внесения. Как показывают исследования, при отклонении от заданного количества внесения удобрений на 1 га на 15% потери урожая равны 0,5%, на 25% – 1% и более [9,10]. По данным различных НИИ, при неравномерности внесения удобрений до 75% против 10% урожай зерновых культур снижа-

ется в среднем на 0,5 т/га. В связи с этим возникла необходимость разработки и внедрения технических средств оперативного контроля качества и эффективности внесения минеральных удобрений.

Применение специализированных вычислительных устройств позволяет значительно сократить затраты труда на контроль качества работы машин для внесения минеральных удобрений в полевых условиях, уточнять заданные нормы внесения удобрений и рабочую ширину захвата, что повышает эффективность использования минеральных удобрений. Ещё в советское время НИПТИМЭСХ Нечерноземной зоны РСФСР и Ленинградским филиалом ЦИНАО были начаты работы по созданию методов и средств оперативной оценки неравномерности и нормы внесения минеральных удобрений мобильными разбрасывателями. Исследования показали, что с развитием микропроцессорной техники перспективно использование в каждом агротехническом комплексе индивидуального микрокомпьютера [10]. Также данными организациями были разработаны и испытаны несколько вариантов индивидуальных автоматизированных установок с применением вычислительного комплекса, одним из основных направлений работ которого являлся оперативный контроль качества внесения удобрений в полевых условиях. Для этого необходимо было снабдить специалистов агрохимической службы мобильным быстродействующим экспресс-диализатором. Был разработан и изготовлен образец подобного прибора, представляющего собой электронный блок с ручным вводом исходных данных, автоматически реализующий алгоритм определения дозы и неравномерности внесения удобрений [11].

В США была запатентована система автоматической дозировки внесения удобрений в зависимости от скорости движения машины [9,10]. Состояла из смонтированных на самоходном шасси бункера, в днище которого встроен горизонтальный транспортер, вертикальной камеры, рассеивающего диска с лопатками, системы гидравлического привода рабочих органов машины и электронной системы с мини-атюрной ЭВМ, включающей датчики скорости движения машины и расхода удобрений и компаратор. Удобрения сбрасывались транспортером сверху через вертикальную камеру квадратного сечения на вращающийся диск, расположенный под камерой, К внутренним стенкам камеры прикреплены наклонные лотки, по ним удобрения перемещались вниз под действием силы тяжести. Верхний лоток укреплен неподвижно, а нижний поворотный установлен на горизонтальной оси и сопряжен со штоком гидроцилиндра (датчика). Движение штока преобразуется в электрический сигнал и поступает на компаратор. Второй сигнал идет к нему от датчика скорости движения машины, установленного на трансмиссии шасси. Таким образом, система обеспечивает двойной дозировочный контроль. С одной стороны, расход удобрений зависит от скорости движения машины и корректируется изменением скорости питающего транспортера. Но этого контроля недостаточно, так как не всегда изменение скорости транспортера дает пропорциональное изменение расхода удобрений: могут слезаться в бункере материал, застрять в выходном отверстии бункера комья и так далее. Одновременно контролируется действительный расход удобрений, который также вносит коррективы в скорость транспортера.

Анализ машин для внесения твердых минеральных удобрений показал, что отечественные образцы, в отличие от импортных, все еще не в полной мере соответствуют современным требованиям (уровень надежности, частые простои и другие), что приводит к повышению производительности труда и несоблюдению установленных агротехнических требований. Кроме того, анализ отказов данных машин подчеркивает необходимость разработки такой системы технологического обслуживания, которая максимально учитывает условия их работы и требуемое ее качество. Поэтому требуется более современный подход к данной категории машин, начиная со стадии проектирования и изготовления и заканчивая их техническим обслуживанием и диагностикой, основанный на современных мировых достижениях.

Список использованных источников

1. Капустин, В.П. Органические удобрения и урожайность сельскохозяйственных культур / В.П. Капустин, А.В. Брусенков // Техника и технологии в животноводстве. – Изд-во: ИМЖ-филиал Федерального госуд-го бюдж. образ. учреждения «Федеральный научный агроинженерный центр «ВИМ» (Москва), 2020. - №2(38). – С.86-89.
2. Брусенков, А.В. Техничко-экономическая оценка эффективности приготовления корнеклубнеплодов крупному рогатому скоту / А.В. Брусенков, В.П. Капустин // Вопросы современной науки и практики. Университет имени В.И. Вернадского. – Тамбов: Изд-во ФГБОУ ВО «ТГТУ», 2019 – №4 (74). – С. 56-63.
3. Рунчев, М.С. Комплексная механизация внесения удобрений / М.С. Рунчев, Е.А. Губарев, В.И. Вялков. – М.: Росселхозиздат, 1986. – 191 с.
4. Зырянов, В.А. Уход за посевами озимых культур / В.А. Зырянов, Ю.В. Иванов, В.Ф. Фролова. – М.: Россельхозиздат, 1990. – 80 с.

5. Вялков, В.И. Широкозахватный разбрасыватель удобрений / В.И. Вялков // Комплексная механизация производственных процессов в растениеводстве: сборник научных трудов. – Зерноград: ВНИПТИЭМСХ, 1972. – С.70-79.
6. Курочкин, И. М. Производственно-техническая эксплуатация МТП : учебное пособие для студентов дневного и заочного обучения по направлению 110800 "Агроинженерия" / И. М. Курочкин, Д. В. Доровских ; И. М. Курочкин, Д. В. Доровских ; 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", 2012. – 199 с. – ISBN 9785826510971.
7. Новая техника для АПК (по материалам 6-й Российской агропромышленной выставки «Золотая осень»): каталог. – М.: ФГНУ: «Росинформагротех», 2005. – 168с.
8. Тенденции развития сельскохозяйственной техники (по материалам 7-й международной выставки «Золотая осень»): науч. анал. обзор. – М.: ФГНУ: «Росинформагротех», 2006. – 164с.
9. Логин, В.В. Тенденции развития средств автоматизации для предпосевной обработки почвы, внесения минеральных удобрений, посевных машин, применяемых при возделывании сахарной свеклы: обзорная информация / В.В. Логин, Б.М. Лейзерович // ЦНИИТЭИ тракторсельхозмаш. – М.: Москва, 1984. – Вып. 4. – 18 с.
10. Буклагин, Д.С. Современные средства контроля и управления сельскохозяйственными агрегатами: обзорная информация / Д.С. Буклагин, В.Я. Гольтипин, Г.Г. Ларюхина. – Госкомсельхозтехника СССР, ЦНИИТЭИ. – М.:Москва, 1985. – 48 с.
11. Козловский, Е.В. Методы и средства оценки неравномерности и дозы внесения удобрений / Е.В. Козловский, А.Б. Бардовский, В.Г. Озеров [и др.] // Механизация и электрификация сельского хозяйства, 1983. – №2. – С.40-42.

УДК 631.8

68.85.29 Механизация обработки почв

ОБОСНОВАНИЕ ВЫБОРА ПОКАЗАТЕЛЕЙ НАДЕЖНОСТИ МАШИН ДЛЯ ВНЕСЕНИЯ ТВЕРДЫХ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ

Капустин Василий Петрович,

*ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет»,
д.т.н., профессор кафедры «Агроинженерия»,
e-mail: prof@yandex.ru*

Андреев Антон Александрович,

*ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», магистрант,
e-mail: fenex2014@gmail.com*

Решение проблемы повышения надежности любых машин, в том числе и для разбрасывания минеральных удобрений, производится на этапах их конструирования, изготовления и эксплуатации. При этом выбор эффективных путей решения указанной проблемы в значительной степени зависит от знания количественных зависимостей между надежностью машин и влияющими на нее факторами. Установление таких зависимостей в подавляющем большинстве случаев весьма затруднительно не только вследствие их сложности, но также вследствие того, что далеко неполно выявлены факторы, влияющие на надежность машин.

На этапе конструирования машины надежность обеспечивается тем, насколько рационально разработана ее кинематическая схема, удачно выбраны материалы, конструкция деталей, компоновка её узлов и механизмов, правильно обоснованы эксплуатационные режимы этой машины. Совершенно очевидно, что использовать для характеристики надежности весь комплекс приведенных показателей практически нецелесообразно. Если учесть сложность факторов, определяющих надежность и методы устранения и выявления отказов, то станет также очевидной несостоятельность попыток дать полную характеристику надежности машин [1,2]. Очевидно, при оценке надежности и выборе её основных показателей следует исходить из определенных предпосылок. Для анализируемой группы машин ими являются:

1. Количество показателей в методике должно быть минимальным, но достаточным для объективной оценки надежности, выявления основных недостатков конструкций и разработок конкретных предложений по их устранению;

2. Основные показатели должны иметь простую для практических работников математическую формулу, четкий физический смысл и быть удобным для периодической проверки;

3. Показатели должны позволять сравнивать надежность различных типов кормоприготовительных машин;

4. Оценочными должны являться технико-экономические показатели, характеризующие не только степень технического совершенства машины, но и удельные затраты денежных средств, времени и труда в процессе ее эксплуатации.

С учетом перечисленных предпосылок, а также на основании анализа имеющихся рекомендаций для оценки надежности машин наиболее приемлемыми являются следующие показатели: вероятность безотказной работы $P(t)$; параметр потока отказов $\omega(t)$; средняя наработка на отказ T_H ; удельная суммарная стоимость технологического обслуживания C_o ; средний срок службы τ_{cp} .

Перейдем к характеристике названных показателей [3,4,5,6]. Вероятность безотказной работы $P(t)$ характеризует вероятностное условие, что в пределах заданной наработки (t) отказ машины не произойдет. В общем виде $P(t)$ определяется из выражения:

$$P(t) = 1 - F(t) = 1 - \int_{-\infty}^t \varphi(t) dt, \quad (1)$$

где t – случайное время работы (наработка) машины до отказа; $F(t)$ – функция распределения t ; $\varphi(t)$ – функция плотности вероятности случайной величины t .

Статистическая оценка вероятности безотказной работы определяется отношением числа не отказавших машин за время (t) к числу испытываемых машин (при оценке наработки до первого отказа):

$$\bar{P}(t) = 1 - \frac{n(t)}{N_o}. \quad (2)$$

Для машин, отказы которых наступают в случае когда нагрузка превышает некоторый предельный уровень, вправе предположить, что наработка машины до отказа подчинена экспоненциальному закону с плотностью:

$$\begin{cases} 0, t < 0 \\ \lambda e^{-\lambda t}, 0 < t < \infty \end{cases} \quad (3)$$

Тогда $P(t)$ по формуле (1) определяется как:

$$P(t) = 1 - \int_{-\infty}^t \varphi(t) dt = 1 - \int_0^t \lambda e^{-\lambda t} dt = e^{-\lambda t}. \quad (4)$$

Для сложных по конструкции машин, на работоспособность которых оказывают равнозначное влияние большое число факторов, наработка между отказами распределяется, как правило, по нормальному закону с плотностью:

$$\varphi(t) = \frac{1}{\sigma \sqrt{2\pi}} \cdot e^{-\frac{(t-\bar{t})^2}{2\sigma^2}}. \quad (5)$$

В этом случае:

$$P(t) = 1 - \frac{1}{\sigma \sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{\frac{t-\bar{t}}{\sigma}} e^{-\frac{(t-\bar{t})^2}{2\sigma^2}} dt, \quad (6)$$

где $u = \frac{t-\bar{t}}{\sigma}$.

$$P(t) = 1 - \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^u e^{-\frac{u^2}{2}} du, \quad (7)$$

то:

$$\frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^u e^{-\frac{u^2}{2}} du - \text{нормальная функция Лапласа} \quad (8)$$

$$P(t) = 1 - \Phi(u). \quad (9)$$

Для машин, отказы в которых возникают по причине наложения усталостных и коррозионных разрушений деталей в сочетании с их износом, параметр потока отказов возрастает по мере роста наработки, функция плотности распределения наработки на отказ описывается распределением Вейбулла-Гнеденко:

$$\varphi(t) \begin{cases} e^{-\frac{t^\gamma}{\beta}} \cdot \frac{\gamma}{\beta} t^{\gamma-1}, t \geq 0 \\ 0, t < 0 \end{cases} \quad (10)$$

$$F(t) = \int_{-\infty}^t \varphi(t) dt = \int_0^t e^{-\frac{t^\gamma}{\beta}} \cdot \frac{\gamma}{\beta} t^{\gamma-1} dt$$

$$\int_0^t e^{-\frac{t^\gamma}{\beta}} \cdot \frac{\gamma}{\beta} t^{\gamma-1} dt \left\| \begin{array}{l} -\frac{t^\gamma}{\beta} = z; \text{ при } t = 0 \rightarrow z = 0; \text{ при } t = t \rightarrow z = -\frac{t^\gamma}{\beta} \\ dz = -\frac{\gamma}{\beta} t^{\gamma-1} dt \end{array} \right. = \int_0^{-\frac{t^\gamma}{\beta}} e^z dz =$$

$$= -e^z \Big|_{-\frac{t^\gamma}{\beta}}^0 = 1 - e^{-\frac{t^\gamma}{\beta}};$$

$$P(t) = 1 - \Phi(u). \quad (11)$$

$$P(t) = 1 - \left(1 - e^{-\frac{t^\gamma}{\beta}} \right) = e^{-\frac{t^\gamma}{\beta}}. \quad (12)$$

В случае, если наработка на отказ подчинена закону равномерного распределения, функция плотности которого равна:

$$\varphi(t) \begin{cases} 0, \text{ при } b < t < a \\ \frac{1}{b-a}, \text{ при } a \leq t \leq b \end{cases}; \quad \varphi(t) = \int_{t_1}^t \frac{d(t)}{b-a} = \frac{t}{b-a} \int_{t_1}^t = \frac{t-t_1}{b-a} \quad (13)$$

Следовательно:

$$P(t) = 1 - \frac{t-t_1}{b-a}. \quad (14)$$

Для сельскохозяйственных машин характерно, как это, в частности, следует из приведенного выше рассмотрения конструктивных особенностей исследуемых машин, последовательное соединение узлов [4,6]. Поэтому вероятность безотказной работы машины следует находить как произведение вероятностей (P_i) безотказной работы составляющих ее узлов:

$$P = P_1 \cdot P_2 \cdot \dots \cdot P_n = \prod_{i=1}^n P_i. \quad (15)$$

Параметр потока отказов для восстанавливаемых изделий характеризует среднее в единицу времени количество отказов, поступающих от машин [6,7]. В качестве характеристики потока отказов используется функция потока $H(t)$, которая определяет математическое ожидание числа отказов за время:

$$H(t) = M_r(t), \quad (16)$$

где $r(t)$ – число отказов за период (t) .

Тогда функция $\omega(t)$, характеризующая параметр потока отказов, определяется из выражения:

$$\omega(t) = H(t) = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta M_r(t)}{\Delta t} = \frac{M_r(t_1 + \Delta t) - M_r(t_1)}{\Delta t}. \quad (17)$$

Параметр потока отказов и функция потока отказов связаны соотношением:

$$H(t) = \int_0^t \omega(x) dx. \quad (18)$$

Математическое ожидание числа отказов за интервал времени определяется:

$$M_r(t_1, t_2) = H(t_2) - H(t_1) \quad (19)$$

Общая зависимость между названными показателями соответствует:

$$\omega(t) = \frac{\varphi(t)}{1 - F(t)} = \frac{\varphi(t)}{P(t)} \quad (20)$$

Для вышеназванных распределений наработок между отказами, параметр потока отказов определяется из выражений [6]:

а) при экспоненциальном распределении:

$$\omega(t) = \lambda. \quad (21)$$

б) при нормальном распределении:

$$\omega(t) = \frac{e^{-\frac{(T-t_1)^2}{2\sigma^2}}}{\sigma\sqrt{2\pi} \cdot \Phi\left(\frac{t_1 - T}{\sigma}\right)}. \quad (22)$$

в) при распределении Вейбулла-Гнеденко:

$$\omega(t) = \frac{\gamma}{\beta} T^{\gamma-1}. \quad (23)$$

Наработка на отказ характеризуется отношением наработки восстанавливаемой машины к математическому ожиданию числа ее отказов в течение этой наработки, определяется из выражения [3,6]:

$$T_n = \frac{\sum_{i=1}^n t_i}{M(r)}, \quad (24)$$

где $\sum_{i=1}^n t_i$ – наработка машины до n -го отказа; $M(r)$ – математическое ожидание отказов.

Величина же $M(r)$, согласуясь с выражением (20), за интервал времени (t_1, t_2) определяется по формуле:

$$M(r)(t_1, t_2) = \omega(t_2) - \omega(t_1). \quad (25)$$

С учетом восстанавливаемости наработка на отказ определяется:

$$T_n = \frac{T}{N[1 - P_b(t^3)]}, \quad (26)$$

где T – суммарное время работы за определенный срок; N – общее число отказов; $P_b(t_3)$ – вероятность восстановления машины в заданное время.

Удельная суммарная стоимость технического обслуживания характеризуется отношением средней суммарной стоимости технического обслуживания к математическому ожиданию суммарной наработки машины за один и тот же период эксплуатации. Определяется (C_o) по формуле:

$$C_o = \frac{C_{\text{сум}}}{M(W)}, \quad (27)$$

где $C_{\text{сум}}$ – суммарные затраты на поддержание машины в рабочем состоянии; $M(W)$ – математическое ожидание суммарной наработки.

С учетом полных затрат при использовании машины, то есть учитывая остановки и на техническое (технологическое) обслуживание, и на устранение отказов [8], можно записать выражением:

$$C_o = \frac{C_{\text{сум}}}{n_{\text{ТО}} \cdot W_{\text{ТО}} + n_{\text{ОТК}} \cdot W_{\text{ОТК}}^{\text{сп}}}, \quad (28)$$

где $n_{\text{ТО}}$ – количество проведенных обслуживаний; $n_{\text{ОТК}}$ – количество отказов за время наблюдения; $W_{\text{ТО}}$ – наработка до технологического (технического) обслуживания; $W_{\text{ОТК}}^{\text{сп}}$ – средняя наработка на отказ.

По минимуму (C_o) можно определить оптимальный период проведения профилактических работ.

Удельная суммарная стоимость ремонтов относится к комплексным показателям надежности и является отношением средней суммарной стоимости ремонтов (C) к математическому ожиданию суммарной наработки объекта за один и тот же период эксплуатации.

При определении величины (C) исходим, по аналогии с [8], из того, что все непроизводительные остановки машины, влекущие за собой определенные материальные затраты, отнесем к ремонтным остановкам. Действительно, природа затрат, связанных с проведением технологического обслуживания (профилактические регулировки, смазка, замена ряда деталей и другие), аналогична природе затрат на ремонтные воздействия (разборка, сборка, регулировка узлов и механизмов, замена неработоспособных деталей). В принципе, проведение предупредительно-профилактического технического обслуживания (замена деталей и узлов, ресурс которых находится на пределе, и связанные с этим разборки, сборки и регулировки) можно считать ремонтным воздействием, и связанные с этим затраты отнести к затратам на ремонт.

Итак, с учетом вышеизложенного и в соответствии с [8] имеем:

$$C_o = C_{\text{Э}} \cdot N_{\text{Э}} + C_{\text{Н}} \cdot N_{\text{Н}}, \quad (29)$$

где $C_{\text{Э}}, C_{\text{Н}}$ – соответственно стоимость восстановления одного отказа при эксплуатации (с учетом потерь от простоев) и при требуемом, назначенном технологическом обслуживании; $N_{\text{Э}}, N_{\text{Н}}$ – число отказов, устраненных в эксплуатации и устраненных при назначенном технологическом обслуживании.

Удельные суммарные затраты (C_o) – затраты, отнесенные к среднему времени безотказной работы и общему числу отказов (N) равны:

$$C_o = \frac{C}{N \cdot T_{\text{cp}}} = C_{\text{Э}} \cdot \frac{N_{\text{Э}}}{N \cdot T_{\text{cp}}} + C_{\text{Н}} \cdot \frac{N_{\text{Н}}}{N \cdot T_{\text{cp}}}. \quad (30)$$

Очевидно, что

$$N_{\text{Э}} = N \int_{T_o}^{T_o+T} \varphi(t) dt; \quad N_{\text{Н}} = N \cdot \left(1 - \int_{T_o}^{T_o+T} \varphi(t) dt \right), \quad (31)$$

где $\varphi(t)$ – плотность распределения времени безотказной работы изделия; $T_{\text{cp}} = \int_{T_o}^{T_o+T} P(t) dt$ – средний ресурс машины после периода зоны нечувствительности (T_o).

Опустив в выражении для (C_o) период (T_o), характеризующий зону нечувствительности, будем иметь:

$$C_o = \frac{C_{\text{Э}} \cdot \int_0^T \varphi(t) dt + C_{\text{П}} \cdot \left[1 - \int_0^T \varphi(t) dt \right]}{\int_0^T P(t) dt}. \quad (32)$$

Значение (T), соответствующее минимуму функции, отвечает оптимальному времени проведения профилактических работ.

Увеличение среднего ресурса машины определяется выражением:

$$\Delta T_{\text{cp}} = \sum_{i=1}^n \left(1 - \sum_{i=1}^n \frac{N_{\text{Э}}}{N} \right) \cdot \Delta T. \quad (33)$$

Средний срок службы – это календарная продолжительность эксплуатации машины до момента возникновения предельного состояния, оговоренного в технической документации. Аналитическое решение его по рекомендациям [9,10] сводится к определению удельных затрат и потерь, связанных с использованием машины:

$$C_{\text{уд}} = \frac{C_{\text{М}}}{t} + C + C' \cdot t^{\delta-1}, \quad (34)$$

где C_M – затраты на приобретение машины; C – затраты и потери на хранение, топливо и рабочую силу (эксплуатационные затраты); C' – постоянный для данного объекта коэффициент; δ – показатель степени роста затрат и потерь по мере старения объекта.

Расчет срока службы сводится к нахождению минимума функции удельных затрат.

Приравняв к нулю производную функции (34) и решая относительно (t), получаем выражение:

$$\tau = \sqrt{\frac{C_M}{(\delta - 1) \cdot C}}. \quad (35)$$

Список использованных источников

1. Севернев, М.М. Эксплуатационная надёжность сельскохозяйственной техники / М.М. Севернев, Г.П. Каплун, Ф.П. Василец [и др.]. – Мн.: Ураджай, 1981. – 167с.
2. Ермолов, Л.С. Повышение надежности сельскохозяйственной техники. – М.: Колос, 1979. – 255с.
3. Панфилов, Е.А. Методы расчета надежности деталей и узлов бытовых машин и приборов. – М.: Лёгкая индустрия, 1979. – 320с.
4. Венецкий, И.Г. Теория вероятностей и математическая статистика / И.Г. Венецкий, Г.С. Кильдишев. – М.: Статистика, 1975. – 264с.
5. Севернев, М.М. Основные направления повышения надёжности сельскохозяйственной техники / Труды ГОСНИТИ, 1975. – Том 42.
6. ГОСТ 13375-75. Надёжность в технике. Термины и определения. – М.: Издательство стандартов, 1975.
7. ГОСТ 20237-74. Расчет показателей безотказности восстанавливаемых объектов. – М.: Издательство стандартов, 1975.
8. Каплун, Г.П. Научные основы обеспечения работоспособности машинного парка при комплексном его использовании: автор. дис. докт. технических наук: 05.20.03 / Каплун Григорий Петрович. – Минск, 1980. – 39с.
9. Капустин, В. П. Определение предельных допусков регулируемых параметров сельхозмашин / В. П. Капустин, Ю. Е. Глазков // Тракторы и сельхозмашины. – 2015. – № 4. – С. 48-51.
10. Курочкин, И. М. Производственно-техническая эксплуатация МТП : учебное пособие для студентов дневного и заочного обучения по направлению 110800 "Агроинженерия" / И. М. Курочкин, Д. В. Доровских ; И. М. Курочкин, Д. В. Доровских ; 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", 2012. – 199 с. – ISBN 9785826510971.

УДК 631.363.23

68.85.39: Механизация и электрификация в животноводстве

ОБЗОР И АНАЛИЗ ИЗМЕЛЬЧИТЕЛЕЙ КОРНЕПЛОДОВ ДЛЯ КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА НА МАЛЫХ ЖИВОТНОВОДЧЕСКИХ ФЕРМАХ

Брусенков Алексей Владимирович,

ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет»,

доцент кафедры «Агроинженерия»,

e-mail: aleksei_brusenkov@mail.ru

Высокая урожайность и хорошая усваиваемость сельскохозяйственными животными делают корнеплоды (в том числе, сахарная и кормовая свекла) одними из важнейших компонентов в их рационах. Кроме того, при смешивании корнеплодов с другими кормами повышается питательная ценность и поедаемость всей готовой смеси, а также снижается использование дорогостоящих концентрированных кормов. Скармливание корнеплодов в естественном виде не позволяет при наименьшем их расходе достигнуть наибольшей продуктивности животных, поэтому при подготовке к скармливанию их измельчают до зоотехнических требований. Согласно зоотехническим требованиям корнеплоды для скармливания рекомендуется выдавать при выполнении следующих условий: толщина резания для крупного рогатого скота должна составлять от 10 до 15 мм при ширине не более 50 мм, телятам – от 5 до 10 мм при ширине от 10 до 30 мм и длине, равной длине измельчаемого корма, а в случае при-

готовления комбинированного силоса – в пределах 5...7 мм [1-8].

Для приготовления кормов на малых фермах, в фермерских и личных подсобных хозяйствах выпускаются универсальные машины, основой технологического процесса которых является измельчение грубых, сочных и концентрированных кормов [9-16]. Для измельчения корнеплодов на малых животноводческих фермах промышленностью выпускается следующее оборудование:

- АО «Бурятферммаш» – ИКМ-Т-0,8 (производительность – 0,8 т/ч; потребляемая мощность – 1,1 кВт);
- ОАО «Сальсксельмаш» – МБУ-Т-4 (производительность – 0,2 т/ч; потребляемая мощность – 1,5 кВт);
- АООТ «Новопокровскферммаш» – МКУ-Т-3 (производительность – 0,52 т/ч; потребляемая мощность – 0,75 кВт);
- АО «Морозовсксельмаш» – ИЗК-Т-1; (производительность – 0,25 т/ч; потребляемая мощность – 0,75 кВт);
- МУП «Давлекановский авторемонтный завод» – ИК-Ф-0,2 (производительность – до 2 т/ч; потребляемая мощность – 3,0 кВт);
- АО «Ижмаш» – агрегат кормоприготовительный «Фермер» (производительность – 0,3 т/ч; потребляемая мощность – 1,0 кВт);
- ГУП «Завод Уралсельмаш» – кормоизмельчитель «Дружок» (производительность – до 0,5 т/ч; потребляемая мощность – 2,2 кВт);
- ОАО «Чебоксарский завод промышленных тракторов» – ИКЧ-4 (производительность – 0,3 т/ч; потребляемая мощность – 0,55 кВт);
- Красноармейский механический завод – кормоизмельчители универсальные «Волгарь» и «Агро-4» (соответственно: производительность – у обоих 0,3 т/ч; потребляемая мощность – 0,75 и 0,5 кВт);
- АООТ «Пугачевптицемаш» – КПИ-4 (производительность – 2,5...4,0 т/ч; потребляемая мощность – 4,0 кВт);
- ГУП «Машиностроительный завод ПО «Сибсельмаш» – машина кормоприготовительная бытовая МКБ (производительность – до 0,8 т/ч; потребляемая мощность – 1,1 кВт);
- ОАО «Электромеханика» – корморезка КР-1 (производительность – до 0,3 т/ч; потребляемая мощность – 0,18 кВт);
- ОАО «Горсельмаш» – машина бытовая универсальная БУМ (производительность – 0,2...0,3 т/ч; потребляемая мощность – 1,1 кВт);
- НПО «Темп» – корморезка ЭКОР-1 (производительность – 0,3 т/ч; потребляемая мощность – 0,55 кВт);
- Волковысский завод литейного оборудования – универсальный кормоизмельчитель УКМ-Т-1 (производительность – до 2,3 т/ч; потребляемая мощность – 1,1 кВт);
- Арзамасский завод легкого машиностроения – корморезка ЭКР-1 (производительность – 0,25 т/ч; потребляемая мощность – 0,55 кВт);
- ПО «Гомсельмаш» – КУ-4 (производительность – 0,3 т/ч; потребляемая мощность – 0,6 кВт);
- «Морозовсельмаш» – ИЗК-Т-1 (производительность – 0,25 т/ч; потребляемая мощность – 0,75 кВт);
- Первомайский завод машин и приборов для железнодорожного транспорта – КЗЭ-Т-1 (производительность – 0,25...0,3 т/ч; потребляемая мощность – 1,1 кВт);
- Нежинский механический завод – корморезка И7-КУМ (производительность – 0,25 т/ч; потребляемая мощность – 0,37 кВт); ручная корнерезка РК-1.00 (производительность – 0,125...0,175 т/ч);
- АО «Казанское моторостроительное производственное объединение» – ДКН-1 (производительность – 0,6 т/ч; потребляемая мощность – 0,75 кВт);
- Городокский станкостроительный завод имени Дзержинского – РУ-100 (производительность – 0,3...0,35 т/ч; потребляемая мощность – 1,1 кВт);
- ПО «Старт» – КИК-Т-3 (производительность – 0,5 т/ч; потребляемая мощность – 0,75 кВт);
- Опытный завод НПО КТИСМ – КЛК-Т-1 (производительность – 0,3 т/ч; потребляемая мощность – 0,4 кВт);
- Новоград-Волынский завод сельскохозяйственных машин – ДЗК-Т-1 (производительность – 0,2...0,5 т/ч; потребляемая мощность – 1,1 кВт);
- Киевское ПО «Большевик» – машина кормоприготовительная бытовая «Колосок» (производительность – 0,33 т/ч; потребляемая мощность – 1,3 кВт);
- Алитусский машиностроительный завод – машина деревообрабатывающая с приставками для приготовления кормов ИЭ-6904 (производительность – 0,35 т/ч; потребляемая мощность – 1,1 кВт);
- Смелянский машиностроительный завод – корнерезка барабанная КБ-200 (производительность – 0,2 т/ч; привод – ручной);
- Воронежское ПО «Кузнечно-прессовое оборудование» – ИП-Т-100 (производительность – 0,1...0,15 т/ч; потребляемая мощность – 0,35 кВт);
- Харьковский турбинный завод НПО «Турбоатом» – корнерезка «ЭОЛИТ» (производительность – 0,5 т/ч; потребляемая мощность – 0,9 кВт);
- Ахтырский завод сельскохозяйственных машин – корморезка КЭП-Т-2 (производительность –

0,6 т/ч; потребляемая мощность – 0,75 кВт);

- Ореховский завод сельскохозяйственного машиностроения – овощерезка ОТД.06 (производительность – 0,06 т/ч; привод – ручной);

- Капсукское производственное объединение производственных автоматов – свеклорезка М9-С2-Р (производительность – 0,1 т/ч; привод – ручной);

- ПО «Краснодарсельмаш» – корнерезка К1.00 (производительность – до 0,2 т/ч; привод – ручной);

- завод «Ровносельмаш» – корнерезки КР-1 и КРД-300 (производительность – до 0,2 т/ч; привод – ручной);

- совместное российско-германское предприятие «Седин-Шисс Инжиниринг» – кормодробильный агрегат КДА-1 (производительность – до 0,5 т/ч; потребляемая мощность – 0,75 кВт);

- АО «Тулаэлектропривод» – измельчитель ИО2 (производительность – 0,2 т/ч; потребляемая мощность – 0,55 кВт);

- АО «Рязанский станкостроительный завод» – корморезка ТНП-18101 (производительность – 0,2 т/ч; потребляемая мощность – 0,75 кВт).

Все представленные измельчители предназначены для резания корнеплодов на животноводческих фермах с поголовьем до 50 голов.

Из представленных в обзоре измельчителей корнеплодов наибольшее распространение нашли машины с дисковыми и барабанными рабочими органами. Их преимущества – простота конструкции, хорошее качество получаемой продукции (для свиней и птицы), а также относительно невысокие удельные затраты энергии [3,6,7,17]. Общим недостатком дисковых измельчителей является дополнительные затраты энергии на преодоление сопротивления от трения корнеплодов о диск и переизмельчение при их приготовлении для ферм крупного рогатого скота. При работе барабанных аппаратов после измельчения корм получает большое ускорение, что приводит к дополнительным затратам энергии и переизмельчению с обильным выделением сока. К тому же горловина барабанных режущих аппаратов имеет ограничение по высоте, поэтому корм необходимо подавать тонким слоем. Это можно обеспечить за счет увеличения диаметра барабана, применения устройств предварительного измельчения, а также выравнивающих и прижимных устройств.

В механизмах данных типов при измельчении корнеплодов большое значение имеет способ подпора, который и будет определять производительность измельчителя в целом, и так же, как и способ измельчения, определять качество конечного продукта. Качество продукта в первую очередь будет зависеть от режущей способности ножей, то есть от остроты лезвия, на которую оказывают влияние попавшие в измельчитель песок, камни и другие посторонние предметы. Например, в корнерезках первых выпусков в вертикальных дисковых аппаратах, применялся подпор трением о поверхность, которые снабжались пластинчатыми или сопочкообразными ножами путем ограждения зоны резания корпусом, изготовленным в виде конусной загрузочной воронки с постоянным уменьшением зазора между диском с ножами и ее стенками. Такая конструкция позволяла до минимума снизить расход энергии на сообщение скорости материалу, подлежащему измельчению. В барабанных измельчающих механизмах этот способ подпора осуществляется при применении корпуса, огибающего барабан по спиральной кривой, позволяющего существенно увеличить производительность ножевого механизма за счет увеличения количества ножей, одновременно участвующих в процессе резания. В существующих современных измельчителях указанные виды подпора встречаются как в чистом виде, так и в различных сочетаниях.

Известно, что по виду измельченного продукта для крупного рогатого скота лучше всего зоотехническим требованиям соответствуют ломтики, которые получают резанием плоскими ножами [3,6,7]. Однако существующие дисковые и барабанные аппараты измельчают корнеплоды толщиной от 1 до 5 мм, что не соответствует качеству готового корма согласно зоотехническим требованиям для крупного рогатого скота. Выпускаемые промышленностью измельчительные агрегаты (ИКМ-Ф-10, «Волгарь-5», АПК-10А и другие) отличаются высокой энергоемкостью процесса и металлоемкостью, качество конечного продукта не всегда соответствует зоотехническим требованиям, а значит, они не могут использоваться на малых животноводческих фермах ввиду своей нерентабельности. Следовательно, необходимы новые конструкции измельчающих машин (или аппаратов), которые позволят снизить себестоимость получаемого продукта и повысить его качество в процессе подготовки к скармливанию.

Список использованных источников

1. Нормы и рационы кормления сельскохозяйственных животных: справочное пособие / Под ред. А.П. Калашникова, В.И. Фисина, В.В. Щелгова, Н.И. Клейменова. – Москва, 2003. – 456 с.
2. Коба, В.Г. Механизация и технология производства продукции животноводства / В.Г. Коба, Н.В. Брагинец, Д.Н. Мурусидзе, В.Ф. Некрашевич. – М.: Колос, 2000. – 528 с.
3. Брусенков, А.В. Разработка технологического процесса и устройства для измельчения корнеклубнеплодов с вальцовым подпором: дис. канд. техн. наук: 05.20.01 // Брусенков Алексей Владимирович. – Тамбов, 2015. – 222 с.

4. Доценко, С.М. Машины и оборудование для подготовки корнеклубнеплодов к скармливанию / С.М. Доценко, И.В. Злыгостев. – Новосибирск, 2001. – 55с.
5. Брусенков, А.В. Обоснование способов и средств для измельчения корнеклубнеплодов: монография [научное электронное издание] / А.В. Брусенков. – Тамбов: Изд-во ФГБОУ ВО «ТГТУ», 2018. – 128с.
6. Завражнов, А.И. Механизация приготовления и хранения кормов / А.И. Завражнов, Д.И. Николаев. – М.: Агропромиздат, 1990. – 336 с.
7. Курдюмов, В.И. Энергосберегающая технология и средства механизации приготовления комбинированного силоса крупному рогатому скоту: диссертация докт. техн. наук: 05.20.01 / Курдюмов Владимир Иванович. – Рязань, 2002. – 383 с.
8. Доровских, В. И. Анализ направлений развития технологий 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. 45-47.
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.
10. Средства малой механизации в растениеводстве и животноводстве: каталог; издание второе, переаб. и доп. – Москва: Информагротех, 1993. – Ч.1-2. – 109с.
11. Технологии и технические средства для ферм крупного рогатого скота: информационно-справочный материал к Российской агропромышленной выставке «Золотая осень-2008 (10-14 октября 2008 г., ВВЦ, г.Москва). – Правдинский, 2008. – 413с.
12. Новая техника для агропромышленного комплекса России (по материалам 8-й Российской агропромышленной выставки «Золотая осень»): каталог. – М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2007. – 256с.
13. Инновационные проекты – агропромышленному комплексу: каталог – М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2007. – 136с.
14. Сельскохозяйственная техника: каталог «Техника для животноводства». – М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2008. – Т.4. – 336с.
15. Инновационная техника для животноводства (по материалам Международной выставки «Euro Tier-2012): научно-аналитический обзор. – М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2013. – 208с.
16. Машины и оборудование для АПК, выпускаемые в ассоциациях экономического взаимодействия субъектов Российской Федерации / В.Ф Федоренко, Д.С. Буклагин, Э.Л. Аронов, И.Г. Голубев, В.Я. Гольяпин, В.М. Кряжков, Н.П. Мишуков, Т.П. Нино, Ю.И. Чавыкин – М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2004. – Том 8. – Ч.1. – 336с.
17. Ряднов, А.И. Совершенствование конструкции измельчителя корнеклубнеплодов / А.И. Ряднов, О.А. Федорова, А.К. Мамахай // Вестник НГИЭИ, 2021. - №3(118). – С.40-51.

УДК 636.5

68.39.37: Птицеводство

ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ СОВРЕМЕННОГО ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ СОДЕРЖАНИЯ ПТИЦЫ

Брусенков Алексей Владимирович,

ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет»,

доцент кафедры «Агроинженерия»,

e-mail: aleksei_brusenkov@mail.ru

Сазонов Виталий Юрьевич,

ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», магистрант,

e-mail: vitas68.96@mail.ru

Лутовинов Владимир Андреевич,

ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», магистрант,

e-mail: Lutovinov.vowa@yandex.ru

Комплексная механизация является главным фактором роста производительности труда в птицеводстве, улучшения условий труда работников, обеспечения оптимальных условий содержания и кормления

птицы и как следствие способствует улучшению использования кормов и повышению её продуктивности. Поэтому подъем сельского хозяйства невозможен без комплексной механизации и автоматизации производственных процессов, при которых облегчается труд животноводов, снижается потребность в рабочей силе, увеличивается производство и уменьшается себестоимость продукции. Опыт показывает, что в птицеводстве за счет создания оптимальных условий микроклимата, лучшей подготовки кормов, улучшения обслуживания повышаются яйценоскость кур до 40%, сокращаются потери кормов до 7...10%. За счет этого капитальные вложения в машины и оборудование ферм для комплексной механизации производственных процессов окупаются в минимальные сроки – 1,0...1,5 года [1,2].

Птицеводство – одна из важнейших отраслей, обеспечивающая население высококачественными диетическими продуктами питания: яйцами и мясом птицы, пухом и пером [2,9]. Сельскохозяйственная птица характеризуется скороспелостью, интенсивным ростом, высокими производительностью, продуктивностью и жизнеспособностью. Все это в сочетании со сравнительно небольшими затратами кормов на единицу продукции способствует высокой доходности отрасли. Для достижения поставленных целей и получения наивысшего эффекта необходима комплексная механизация ферм, а именно повсеместное внедрение новейших достижений науки и практики (современных машин и оборудования, полная механизация и автоматизация производственных процессов и так далее). Производство птицеводческой продукции связано с выполнением разнообразных процессов и операций. Важным моментом в технологии производства птицы является её содержание [1,2,3].

Своевременная передача цыплят на выращивание также выполняет важную роль [2,3]. Время с момента вывода до посадки цыплят в клетки с учетом сортирования по полу должно быть не более 12 часов. По оценке специалистов ГНУ ВНИТИП в отечественном птицеводстве для выращивания молодняка используются как напольное, так и клеточные содержание, причем напольное применение которых дает возможность внедрить комплексную механизацию и автоматизацию производственных процессов, а также в 2,5...3 раза увеличить плотность посадки птицы на 1м² площади птичника [4]. Производство и поставка современного российского напольного оборудования организовано ОАО «Вертязин» и ЗАО «Востокптицемаш», использование оборудования которых на птицеводческих фермах обеспечило снижение затрат корма на 4...5%, увеличение сохранности поголовья на 3...4 и рентабельности – на 2% [5]. Комплект оборудования ОНЧМ (разработчик-изготовитель – ЗАО «Востокптицемаш») предназначен для напольного выращивания ремонтного молодняка [6]. Его основными элементами являются: спиральный загрузчик кормов ТС-1,5; кормораздатчик (спиральный РКС-Ч или цепной РКЦ-Ч); система поения (нипельная или с подвесными автоматическими поилками чашечного типа); оборудование для подъема, управления и противонаседочное. По заказу может комплектоваться весами-дозатором проточного типа и просеивающими устройствами. Обслуживаемое комплектом оборудования поголовье птицы составляет 7700...16100 голов. Комплект оборудования для напольного кормления бройлеров (изготовитель – РУПП «Минский завод «Калибр») предназначен для организации в птицеводстве автоматизированной шнековой подачи сухого сыпучего комбикорма (корма) бройлерным цыплятам в возрасте от одного дня до семи недель. Базовый состав комплекта оборудования для напольного кормления бройлеров включает в себя линии напольного кормления; механический кормораздатчик со съёмным бункером; концевой бункер (или контрольная кормушка); механизм регулирования положения линии кормления; комплект стальных кормовых труб (диаметр – 45 мм, длина одной трубы – 3 м); комплект чашечных кормушек; спиральный шнек с мотор-редуктором; емкостный датчик наличия корма; блок силовой линии и общий силовой блок. Транспортная производительность линии составляет 420 кг/час, потребляемая мощность – 1,6 кВт.

За рубежом наибольшее распространение при выращивании бройлеров получили комплекты оборудования для *напольного содержания*. Определяющим при сохранении напольной технологии содержания явилось отсутствие грудных и ножных наминов, которые возникают при клеточном содержании птицы и существенно ухудшают внешний вид тушки и качество мяса. В некоторых странах, таких как Австрия, Дания, Нидерланды, Канада, применение напольного содержания птицы оправдывают гуманными соображениями, полагая, что при свободном передвижении она лучше продуцирует. На российский рынок комплекты напольного оборудования поставляют как европейские (немецкая «Big Dutchman», бельгийская «Roxell», голландская «VDL Agrotech»), так и американские фирмы («Chore-Time» и другие). Основой напольного оборудования являются системы кормления и поения птицы. По конструктивному исполнению они не имеют принципиальных различий. Применяемые комплектующие, материалы, покрытия и конструкция рабочих органов определяют отличительные особенности комплектов. Фирмы, выпускающие напольное оборудование, придерживаются технических решений, которые освоены ими в массовом производстве, лишь периодически внося в них незначительные усовершенствования. Первые разработки механизированных систем кормления птицы при напольном содержании включали модели плоскоственных цепных и канатно-дисковых раздатчиков. Существенные недостатки этих кормораздатчиков были выявлены при первых испытаниях: высокий процент гибели птицы из-за

попадания ее в цепь при раздаче корма; высокая чувствительность угловых колес к износу цепи нарушает работу транспортера; высокие потери корма. Однако низкая энергоемкость технологического процесса, равномерность раздачи корма, наиболее удобные условия для кормления птицы не позволили отказаться от данной конструкции. Дальнейшее совершенствование систем кормораздачи шло в направлении создания подвесных систем кормления птицы, которые имели трубопровод с цепным дисковым раздатчиком, посредством которого происходило заполнение кормушек. Их недостатком явилась большая продолжительность заполнения кормушек и забивание рукавов. Устранить вышеперечисленные недостатки позволяет конструкция трубчатого транспортера со спиралью. Их универсальность, маневренность, высокая производительность обеспечивают равномерное распределение кормов. Кормораздатчики не требовательны к техническому обслуживанию. Значительный вклад в совершенствование кормораздатчиков этого типа внесли фирмы «Chote-Time» (США) и «Roxell» (Бельгия).

Автоматизированная система дозированного кормления птицы (разработчик-изготовитель – ГНУ ВИЭСХ) предназначена для учета количества корма, подаваемого в птичник, его дозирования по суммарной массе. Состоит из бункера для хранения сухих кормов типа БСК; раздатчика кормов с малобъемными кормушками, устройства учета и дозирования кормов УУДК со встроенным в линию кормораздачи птичника весовым транспортером, который снабжен силоизмерительным датчиком и электронным блоком управления, состоящим из нормирующего преобразователя, интегратора с цифровым и электромеханическим счетчиками; задатчика разовой дозы корма и блока сравнения. Производительность данной системы составляет от 0,8 до 4 т/час, погрешность измерения дозы корма – 2%, потребляемая мощность – 0,2 кВт [6].

Системы поения в напольном оборудовании представлены круглыми чашечными автопоилками, микрочашечными и ниппельными с каплеуловителями. На российском рынке активно продвигают данные системы поения фирмы «Plasson» (Израиль), «Big Dutchman» (Германия), «Roxell» (Бельгия), «VDL Agrotech» (Голландия) и другие. Наличие лебедочной подвески позволяет использовать их для птицы всех возрастов. Для более быстрого приучения суточных цыплят к ниппелю устанавливаются стартерные чашки. Необходимость в них отпадает при использовании ниппельно-чашечной системы поения Sparkcup фирмы «Roxell» или поилок аналогичной конструкции датской фирмы «Ducks». Также довольно широко используются круглые поилки.

Одним из направлений совершенствования клеточного оборудования для бройлеров за рубежом является использование нетрадиционных технологий, которые сочетают в себе преимущества клеточного и напольного содержания птицы. Примером этого является система Vencomatic Broiler System (VBS система) фирмы «Vencomatic BV» (Нидерланды), позволяющая в птичнике создать улучшенные условия содержания птицы, которая располагается на нескольких ярусах (максимальное их число – 6) и в несколько рядов (максимальное их число – 5) при значительном увеличении обслуживаемого поголовья по сравнению с напольными комплектами. Каждая зона для птицы с установленными в ней ниппельными поилками и кормовыми лотками имеет ширину 3 м и длину – 100 м. Пол каждого яруса представляет собой полипропиленовый транспортер для помета, покрытый подстилкой или бумажными листами. Высота каждого яруса – 80 см, что является достаточным для обеспечения требуемой вентиляции с использованием подогретого или охлажденного потока воздуха, который поступает из блока для кондиционирования воздуха. В конце периода выращивания бройлеры с помощью ленточного транспортера перемещаются в торец батареи, где подстилка сбрасывается на поперечный пометоуборочный транспортер, а птица вручную затаривается в ящики. Аналогичное оборудование было разработано «ГСКБ, г. Пятигорск».

Немецкая фирма «Big Dutchman» также предлагает клеточное оборудование Avimax, сочетающее в себе преимущества клеточного и напольного содержания бройлеров. Особенности данного оборудования являются использование гибкого коврика из 30 пластмассы, кормление с помощью круглой кормушки Flux, оригинальная конструкция фронтальной части клетки, а также наличие ниппельной системы поения и ленточного пометоудаления. Испытания данного оборудования показали, что в сравнении с напольным оборудованием обеспечивается увеличение веса птицы на 20% (с 2127 г до 2746 г), однородности стада (с 62 до 82%), снижение падежа (с 3,9 до 3,57%), энергозатрат (до 60%) и затрат труда [5]. При применении клеточного оборудования с клеткой Avimax возможно значительное повышение плотности посадки: при 3-ярусной батарее – до 1,8 раз, 4-ярусной – до 2,5, что позволяет в корпусе с размерами 18x96 м с семью 3-ярусными батареями выращивать около 70 тыс. голов птицы. Автоматическая цепная система кормораздачи (производитель – фирма «Big Dutchman International», страна – Германия) предназначена для раздачи корма птице при напольном содержании [6]. Состоит из бункера для корма или бункера с системой взвешивания; привода; угловых элементов и кормушки в виде желоба. Установленная мощность привода от скорости кормораздатчика составляет: при скорости 12 м/мин – 0,3 и 0,75 кВт; при 18 м/мин – 1,1; при 36 м/мин – 1,1; 1,5 и 2,2; при 18/36 м/мин – 1,1 и 1,4 кВт.

Как показывает мировой опыт, использование клеточных батарей позволяет на ограниченных площадях с наименьшими затратами выполнять практически все технологические операции, обеспечивающие

производство в запланированных количествах товарной продукции. По мнению специалистов ряда институтов России, США, Англии, Германии, Франции высокие показатели прироста живой массы мясных цыплят (до 50 г в сутки) можно получать и при содержании их в клетках. Главным при этом является создание комфортных условий: оптимального микроклимата, полнорационного сбалансированного кормления, достаточной освещенности, надлежащего санитарно-ветеринарного контроля.

В настоящее время в отечественном птицеводстве почти половину всего российского специализированного оборудования поставляют ОАО «Пятигорксельмаш» и ООО «Фазтон». Отечественное оборудование, предлагаемое для перевооружения отрасли птицеводства, на 80% представлено новыми разработками, которые практически полностью соответствуют возросшим требованиям технологий и ресурсосбережения. Все комплекты оснащаются бункерными кормораздатчиками, ниппельными системами поения и ленточной системой пометоудаления. Для выращивания ремонтного молодняка и бройлеров ОАО «Пятигорксельмаш» поставляет комплект оборудования с клеточными батареями КП-25, внедрение которого снижает затраты труда и электроэнергии на 20...40%. После установки комплекта оборудования КП-18Б с 3-ярусными клеточными батареями БВМ-Ф-3Ц (производитель ООО «Фазтон») на племптицефабрике «Смена» Московской области при откорме бройлеров расход кормов на 1 кг прироста составил не более 1,8 кг к.ед. [5], что обеспечило высокую рентабельность и полную окупаемость оборудования после трёх циклов выращивания птицы, то есть почти за полгода. Положительно зарекомендовало себя в условиях российских хозяйств и оборудование для выращивания бройлеров на основе клеточных батарей К-588 «Урал», поставляемое ООО «Уралтехномаш». На Пермской птицефабрике сохранность птицы в этих клетках возросла на 1,7...2,6%, конверсия корма улучшилась на 1...5 г/кг, среднесуточные привесы при сроке откорма 44 дня увеличились на 0,7...0,9 г, затраты труда снизились на 0,6...1,4 чел.ч по сравнению с клеточными батареями КБУ-3, БКМ-3Б и КП-8, также эксплуатируемыми на этом предприятии [5].

Однако несмотря на такое разнообразие оборудования для содержания и кормления птицы при различных технологиях содержания, и те и другие имеют свои недостатки и преимущества. Например, при напольном содержании бройлеров невозможно обеспечить производство продукции в тех же объемах, что при клеточном. По мнению гендиректора уральского представительства фирмы «Big Dutchman» А. Шахисламова, после переоборудования под напольную технологию общее производство мяса птицы снизится на 30...40%. На птицефабрике «Рефтинская» (Свердловская область) было установлено напольное и клеточное оборудование. Выход мяса в одном напольном корпусе составил 57...60 т, конечный вес бройлеров – 2,5 кг, а при клеточном содержании – до 90 т с конечным весом птицы 1,9 кг. Отсюда следует, что клеточная технология способствует высокому обороту и большему выходу мяса с 1 м²: при клеточном содержании – 7 оборотов и около 380 кг/м², при напольном – 5 оборотов и 180 кг/м² [5].

Более высокие энергетические затраты и меньшая оборачиваемость стада при клеточной технологии содержания имеют место при работе на старом отечественном оборудовании. Помещения с напольными комплектами оборудования немецкой фирмы «Big Dutchman» имеют в два раза большую оборачиваемость, чем помещения со старым клеточным оборудованием марок БКМ-3Б и КБУ-3, так как подготовка к эксплуатации этого оборудования занимает 14...16 дней (вместо 7...8 – у напольного). Основным недостатком клеточного оборудования многие специалисты считают его высокую стоимость. Тем не менее, управлять этим фактором возможно при четком определении цели, которую ставит перед собой производитель мяса птицы. Если необходимо получать больше мяса с 1 м², то выбирать следует клеточное оборудование, если же целью является качество продукции – то напольное [5,7]. По данным Росптицесоюза, большая часть техники, эксплуатирующаяся на предприятиях отрасли, работает в предаварийном или аварийном режиме, 13% — служит более 8 лет и только 3% технологического оборудования птицефабрик составляет новая техника, соответствующая современным требованиям. Развитие птицеводства тесно связано с постоянным освоением ресурсосберегающих технологий содержания птицы как в бройлерном, так и в яичном производстве. Практика их внедрения свидетельствует о реальной возможности значительно повысить вывод молодняка, сохранность поголовья, сократить расход кормов, повысить производительность труда на 25%, снизить потребление электроэнергии, газа и воды.

За рубежом наибольшее распространение при содержании кур-несушек получили клеточное содержание, которое позволяет на ограниченных площадях с наименьшими затратами выполнять практически все технологические операции, обеспечивающие производство в запланированных количествах товарной продукции. Главным направлением производственной программы фирм-производителей клеточного оборудования является создание оборудования, соответствующего зоотехническим нормам, повышающего продуктивность птицы и не оказывающего вредного воздействия на окружающую среду. Специалисты Ассоциации промышленного птицеводства в Германии (ZDG) отмечают, что в связи с возросшими требованиями к содержанию птицы будет значительно увеличена

удельная площадь ее посадки ; клетки должны быть оборудованы насестом, затемненным гнездом, дополнительной емкостью для гравийной смеси. Многие фирмы сегодня уже имеют так называемые «евромодели» клеток с измененными параметрами плотности посадки и фронта кормления птицы. Трансформируемая клеточная батарея модели Convertible фирмы «Фассо» и клетка серии Multipla фирмы «ОМАЗ» (Италия), клетка серии Euromodell фирмы «Hellmann Poultry» (Германия) оснащены насестами, каналами для сушки помета и циркуляции воздуха, гнездами, емкостями для подстилки с автоматической загрузкой и устройствами для «затачивания» когтей. Фирма «Zucami» (Испания) предлагает клеточное оборудование новой конструкции с зелеными перегородками между клетками, что, по утверждению специалистов фирмы, оказывает влияние на стрессовое состояние птицы и ее агрессивность, уменьшая ее. При этом перегородки не мешают нормальной вентиляции. Клеточная батарея для кур-несушек AVIPLUS фирмы «Big Dutchman» сочетает в себе преимущества клеточного содержания птицы с достоинствами систем альтернативного содержания. Прежде всего это выражается в рациональной компоновке оборудования: гнезд и ванн для песка; насестов, расположенных непосредственно перед ваннами, обеспечивающих свободное перемещение птицы и имеющих профиль, предупреждающий искривление грудной кости. Наличие специального устройства для укорачивания когтей у птицы создает в клетках более комфортные условия содержания. Клеточные батареи для кур-несушек конструкций AGK фирмы «Salmet International GmbH» (Германия) и Type 604 Euro 2000 фирмы «Meller Batterien Jon. Kreyer Apparatebau GmbH» (Германия) были сконструированы в соответствии с требованиями Европейского Союза. Они выполняют те же функции, что и клеточная батарея фирмы «Big Dutchman». В результате испытаний первых моделей усовершенствованных клеток на фермах Швеции были получены следующие результаты: падеж птицы в продуктивный период при содержании в традиционных клетках составил 6...7%, а в усовершенствованных – 8...9%, выход загрязненных яиц – соответственно 2,2...4% и 2,5...4,5%, бой яиц – 2,0...5,3% и 3,7...6,5% [5,7]. Результаты испытаний, по данным фирмы «Big Dutchman», при содержании в клетке 10 несушек показывают, что бой яиц в «евроклетках» даже меньше, чем в традиционных.

В Европе наряду с производством «евроклеток» развивается и напольная технология. С целью определения эффективности содержания птицы в традиционных клетках, «евроклетках» и на полу фирмой «Big Dutchman» ещё в 2000-2001 годах был проведен эксперимент на 5 млн. голов. Полученные данные показали, что для приближения к экономическим показателям традиционного клеточного содержания птицы как напольное оборудование, так и «евроклетки» необходимо совершенствовать.

Наряду с выполнением требований европейских законодательных документов по созданию более гуманных условий содержания птицы проводятся работы по улучшению традиционных клеточных батарей [8]. Так, в целях экономии тепловой и электрической энергии западные фирмы предлагают батареи со встроенными полипропиленовыми воздуховодами или каналами, имеющими небольшие отверстия или щели для подачи свежего воздуха непосредственно в зону обитания птицы или на ленту помётоудаления. Дверцы клеток изготавливают не с вертикальным, а в основном горизонтальным расположением прутков, что облегчает птице доступ к корму. Для удобства работы операторов дверки выполняют не съёмными и не поворотными, а сдвигаемыми в сторону и блокируемыми от произвольного смещения за счет определенных выступов проволоки.

Навесные бункерные кормораздатчики на каждом ярусе оснащают устройствами в виде щеток из лески, служащими для очистки лент яйцесбора и поликов, а также устройствами из резины или полимерных материалов для выравнивания корма в кормушках. Системы поения птицы комплектуют по желанию потребителя и применяют в основном ниппельные (с каплеуловителями) или микрочашечные поилки. Наряду с поилками в состав систем поения входят водяные редукторы, фильтры, манометры, водомеры, медикаторы, а также устройства для подготовки воды, обеспечивая дополнительную надежность работы этих систем.

Системы яйцесбора во всех батареях включают в себя поярусные ленточные транспортеры, элеваторы и побатарейные накопители яиц. Получают распространение и лифтовые системы яйцесбора. Многие комплекты оборудования оснащены поперечными и магистральными транспортерами для подачи яиц к автоматическим укладчикам для их упаковки без предварительной сортировки в бугорчатые прокладки непосредственно в птичнике или расположенные рядом яйцесортировочные машины, линии и комплексы.

Заключение. В настоящее время клеточные технологии производства являются преобладающими как в России, так и за рубежом. Совершенствование отечественного клеточного оборудования направлено на повышение надежности, увеличение его функциональных возможностей, улучшение систем управления, более широкому использованию средств автоматизации и микропроцессорной техники и. Несмотря на достигнутые положительные результаты, отечественное оборудование несколько уступает импортному, особенно по некоторым комплектующим, материалам и покрытиям, что требует их совершенствования с целью удовлетворения мировым требованиям и импортозамещения.

Список использованных источников

1. Белехов, И.П. Новое в механизации животноводства. М.: Колос, 1983. – 143с.
2. Коба, В.Г. Механизация и технология производства продукции животноводства / В.Г. Коба, Н.В. Брагинец, Д.Н. Мурусидзе, В.Ф. Некрашевич. – М.: Колос, 2000. – 528 с.
3. Передовое российское оборудование для инкубации яиц всех видов с/х продукции / журнал Эффективное животноводство: спецвыпуск «Техника и оборудование для животноводства», 2020. – С.28-30.
4. Белянчиков, Н.Н. Механизация животноводства / Н.Н. Белянчиков, А.И. Смирнов. – М.: Колос, 1977. – 368с.
5. Технологии и технические средства для птицеводства: информационно-справочный материал к Российской агропромышленной выставке «Золотая осень – 2008». – М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2008. – 197с.
6. Мишуров, Н.П. Техника для животноводства в малых формах хозяйствования: каталог / Н.П. Мишуров, Т.Н. Кузьмина. – М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2013. – 120с.
7. Материалы выставки «VIV-Russia 2007» (проспекты фирм «Big Dutchman», «Specht», «Salmet», «Hellmann Poultry» (Германия), «Фассо» (Италия), «Zucami», «Aguas» (Испания) и др.).
8. Лукьянов В. Импортные батареи для содержания кур-несушек // Сельскохозяйственная техника: обслуживание, ремонт. — 2006. — № 12. — С. 19-21.
9. 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.

УДК 636.085.52

68.85.39: Механизация и электрификация в животноводстве

ЭФФЕКТИВНОСТЬ СИЛОСОВАНИЯ КОРНЕПЛОДОВ

Брусенков Алексей Владимирович,

ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет»,

доцент кафедры «Агроинженерия»,

e-mail: aleksei_brusenkov@mail.ru

Данилин Илья Игоревич,

ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», магистрант,

e-mail: danilin.ilya.98@bk.ru

К корнеплодам относятся сахарная, полусахарная и кормовая свекла, брюква, турнепс, морковь. По сбору питательных веществ с гектара корнеплоды занимают одно из первых мест среди кормовых культур, отличаются высокими вкусовыми качествами, благотворно влияют на поедание других кормов рациона. Полноценные рационы, сбалансированные по общей питательности, уровню протеина, витаминов и минеральных веществ, способствуют не только повышению продуктивности, но и значительному улучшению качества продукции [1,2,3,4,5]. Сегодня около 15% всего мирового объема молока находится в США, где его ежегодно производится около 100 млн. тонн. В то же время по эффективности производства, по данным Kynetec, лидерство стабильности закреплено за Новой Зеландией с практически 5 тоннами молока в год на человека. В пятерку стран с высокой эффективностью молочного производства входит и Республика Беларусь, производя около 1 тонны молока на человека в год. Что касается России, то наша страна пока не может похвастаться высокими результатами (на одного человека приходится 0,2 тонны молока) [6,8,9].

Развитие животноводческой отрасли с использованием высокопродуктивных пород животных повлекло за собой изменения технологии заготовки кормов и санитарных требований к ним. Достижение генетического потенциала не возможно без обеспечения сбалансированными кормами. Например, в рационах кормления высокопродуктивных коров 45...55% занимают сочные корма, к которым относятся и корнеклубнеплоды [5]. Типы кормления характеризуются соотношением отдельных видов кормов в рационах. В скотоводстве распространены типы кормления с преобладанием в рационах таких объемистых кормов, как силос, сенаж. На мелких фермах используют многокомпонентный тип кормления, в рационах которого имеются силос, сено (солома), зеленые корма (летом), концентраты, иногда корнеклубнеплоды и другие виды кормов и добавок.

Силосный тип кормления молочных коров по сравнению с сенажным имеет ряд недостатков, так как силос отличается почти полным отсутствием легкоферментируемых углеводов, прежде всего сахара, низким содержанием сухого вещества (10...15%), переваримого протеина, имеет повышенную кислотность и тому подобное. В практике силосные рационы кормления коров балансируются включением сена – 8...10% и корнеклубнеплодов – 22...26% к общей питательности. Таким образом, силосный тип кормления затрудняет возможность создания монодиетического типа кормления. Значительный резерв повышения эффективности использования корнеплодов, ликвидации их сезонного скармливания, а также снижения потерь в процессе хранения – применение новых технологий их переработки (высокотемпературная сушка, силосование, измельчение, химическое консервирование и другие).

При силосовании корнеплодов сахар сбраживается в органические кислоты и спирт. Правда, корнеплоды и при хранении в свежем виде теряют значительное количество питательных веществ и прежде всего сахара. Поэтому в ряде случаев целесообразно силосовать корнеплоды, особенно те, которые планируется использовать во второй половине зимы. Это позволяет до 8...10% снизить потери сухого вещества, до 4...5% – протеина, в то время как в буртах эти потери составляют к весне соответственно 25 и 15...20%. Обычно кормовые корнеплоды в измельченном виде силосуют для крупного рогатого скота в смеси с соломой, для свиней – с сеной сечкой, мукой или трухой. На 4 части сочного корма добавляют 1 весовую часть сухого. Важное условие получения из свеклы высококачественного силоса – загрязненность не должна превышать 2...3%.

Например, в кормлении молочного скота сахарная свёкла является ценным компонентом рациона, так как она обеспечивает высокий уровень в рубце уксусной кислоты, связанной с образованием молочного жира. Норма ввода силоса из корнеплодов зависит от таких показателей, как физиологическое состояние животных, период лактации, качество самого корма и других. Наиболее целесообразно её скармливать молочным коровам в смеси с силосом. Особенно высокая эффективность наблюдается, когда имеет место сочетание умеренного количества силоса с разнообразными корнеклубнеплодами. По переваримости и влиянию на продуктивность животных силосованная и натуральная свекла примерно одинаковы. Преимущество силосованной свеклы заключается в том, что в процессе силосования разрушаются содержащиеся в ней нитриты, которые оказывают отрицательное влияние на физиологическое состояние животных и могут даже вызвать их отравление.

Уровень сахара в рационах коров, особенно высокопродуктивных, во многом определяет их продуктивность. Особенно остро ощущается дефицит сахара в период перехода от стойлового содержания к пастбищному, когда корнеплоды, как правило, уже отсутствуют и сахаро-протеиновое отношение в рационе резко снижается, что вызывает снижение удоев.

Немало хозяйств у нас в стране и за рубежом силосуют сахарную свеклу так же, как кормовую, то есть закладывают в смеси с гумennыми кормами и получают силос с хорошим запахом. Однако при этом теряется много питательных веществ. Сок, выделяющийся из сахарной свеклы при ее силосовании, содержит гораздо больше сухого вещества, чем сок кормовой свеклы, кукурузы и других культур. Обычно сок содержит сухого вещества не более 5...7%, а сок сахарной свеклы – 15...16%, причем это сухое вещество в основном состоит из сахара. Ясно, что утрата такого сока или сбраживание его сахара связано со значительными потерями. Добавление гумennого корма не спасает дела, сок не успевает впитываться.

Делались попытки силосовать сахарную свеклу без измельчения. Корни закладывали в силосные ямы, сверху укрывали хорошо уплотненной ботвой слоем 40...50 см, а затем слоем глины. В таких условиях кислород воздуха, оставшийся между корнями, быстро расходуется на дыхание, корни успешно заквашиваются и сохраняются. При указанном способе силосования стекание сока хотя и уменьшается, но все же происходит.

Во Всесоюзном институте кормов решили бороться с вытеканием сока не крупным измельчением или силосованием целых корней, а, наоборот, путем наиболее тонкого измельчения [7]. При превращении сахарной свеклы в пасту, в мезгу она укладывается гораздо плотнее, через такую массу сок протекает хуже. Главное же заключается не в этом. Корни сахарной свеклы содержат большое количество пектиновых веществ. Благодаря им и сахару в начале подкисления сок превращается в желе, в не текучую массу. Свекольная мезга приобретает вид повидла и её легко можно извлекать лопатой, совершенно не теряя сока. Свиньи хорошо поедают и усваивают такой силос. Однако следует отметить, что при силосовании свеклы в виде мезги сокращаются потери от «угара»: в среднем они составляют 10,4%, а при силосовании в виде резки – 14,2%.

Исходя из вышесказанного, можно сделать следующие выводы. Качество силоса зависит от таких технологических параметров, как уборка корнеплодов в оптимальные сроки, правильная заготовка сырья (измельчение, укладка и уплотнение), равномерность смешивания компонентов, а также качественная герметизация укрытия.

Список использованных источников

1. Доценко, С.М. Машины и оборудование для подготовки корнеклубнеплодов к скармливанию / С.М. Доценко, И.В. Злыгостев. – Новосибирск, 2001. – 55с.

2. Завражнов, А.И. Механизация приготовления и хранения кормов / А.И. Завражнов, Д.И. Николаев. – М.: Агропромиздат, 1990. – 336 с.
3. Брусенков, А.В. Обоснование способов и средств для измельчения корнеклубнеплодов: монография [научное электронное издание] / А.В. Брусенков. – Тамбов: Изд-во ФГБОУ ВО «ТГТУ», 2018. – 128с.
4. Курдюмов, В.И. Энергосберегающая технология и средства механизации приготовления комбинированного силоса крупному рогатому скоту: диссертация докт. техн. наук: 05.20.01 / Курдюмов Владимир Иванович. – Рязань, 2002. – 383 с.
5. Снижение потерь и повышение качества заготавливаемых сочных кормов / Научно-практический журнал: Эффективное животноводство: тематический номер «Корма и кормопроизводство». – 2021. - №3(169). – С.32-36.
6. Зелень в рацион / Научно-практический журнал: Эффективное животноводство: тематический номер «Корма и кормопроизводство». – 2021. - №3(169). – С.42-43.
7. Зафрен, С.Я. Технология приготовления кормов. – М.: Колос, 1977. – 239с.
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. 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 631.374

68.85.39: Механизация и электрификация в животноводстве

ОБОСНОВАНИЕ КОНСТРУКТИВНЫХ ПАРАМЕТРОВ ПИТАТЕЛЯ-ДОЗАТОРА КОРНЕПЛОДОВ

Пучков Николай Петрович,

*ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет»,
д.п.н., профессор кафедры «Высшая математика»,
e-mail: puchkov_matematika@mail.ru*

Данилин Илья Игоревич,

*ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», магистрант,
e-mail: danilin.ilya.98@bk.ru*

Питатель-дозатор предназначен для транспортировки корнеплодов с мест хранения и их выгрузки в корнеклубнеплодную машину. Причем питатель-дозатор можно одновременно рассматривать и как накопитель и как регулируемую емкость. Рабочими органами прицепного питателя-дозатора являются:

- а) бункер прямоугольной формы, имеющий в нижней части коническую форму;
- б) горизонтальный цепочно-скребковый транспортер, являющийся подвижным дном кузова;
- в) наклонный цепочно-скребковый транспортер, предназначенный для выгрузки корнеплодов в мойку-измельчитель.

Одним из основных параметров передвижного питателя-дозатора является объём бункера, при определении которого большую роль выполняет объёмный вес загружаемых в него корнеплодов. Объём бункера передвижного питателя-дозатора выбирается с таким расчётом, чтобы при одноразовой загрузке он смог обслужить одно или несколько животноводческих помещений. При этом количество корнеплодов в бункере питателя-дозатора должно быть равно или кратно количеству корнеплодов, необходимых для разового кормления поголовья крупного рогатого скота, находящихся в одном животноводческом помещении [1,2,6,7]:

$$G_{\text{корн}} = q_{\text{н}} \cdot m_1 \cdot \rho_i \cdot k_3, \quad (1)$$

где $G_{\text{корн}}$ – количество корнеплодов в бункере, кг; $q_{\text{н}}$ – норма выдачи корнеплодов на одну голову, кг; m_1 – количество крупного рогатого скота в одном животноводческом помещении, гол.; k_3 – коэффициент запаса корма, который равен $k_3 = 1,05...1,1$.

Тогда требуемое количество корнеплодов, размещаемое в бункере питателя-дозатора объемом (V), определяем по формуле:

$$G_{\text{корн}} = V \cdot \rho_1 \cdot \psi, \quad (2)$$

где $\psi = 0,8 \dots 0,9$ – коэффициент заполнения бункера питателя-дозатора корнеплодами [1,2].

Сопоставив уравнения (1) и (2), вычисляем величину объема бункера питателя-дозатора, м³:

$$V = \frac{q_n \cdot m_1 \cdot k_3}{\rho_1} \cdot \psi. \quad (3)$$

Ширину (B) и высоту (H) питателя-дозатора выбираем с учетом составных элементов кормоцефа или животноводческого помещения (ширины и высоты ворот, внутренних размеров помещения, расстояния между кормушками, высоты загрузки и других факторов), в котором он будет работать.

Из конструктивных размеров (B) и (H) бункера-питателя определяем его длину (L) по формуле:

$$L = \frac{V}{B \cdot H}. \quad (4)$$

Общая производительность питателя-дозатора складывается из производительности горизонтального (Q_1) и наклонного (Q_2) цепочно-планчатых транспортёров, то есть:

$$Q_{\text{ПД}} = Q_1 + Q_2. \quad (5)$$

Производительность горизонтального (Q_1) цепочно-скребкового транспортера можно определить из выражения, (кг/сек):

$$Q_1 = \frac{i \cdot v_{\text{Ц}} \cdot \rho_1}{t_C}, \quad (6)$$

где i – объем порции корнеплодов, перемещаемых одним скребком; $v_{\text{Ц}}$ – скорость транспортирования (или движения цепи); t_C – расстояние между скребками, м. Величину (t_C) рекомендуется выбирать больше длины (l) порции транспортируемых корнеплодов [1]:

$$t_C = (6 \dots 8) \cdot h_C. \quad (7)$$

При работе цепочно-скребкового транспортера каждый скребок транспортирует порцию корнеплодов, которую с некоторым приближением можно принять за призму с основанием прямоугольной трапеции [1,2]. Тогда согласно рисунку 1,а объем порции корнеплодов (i), перемещаемых одним скребком, можно определить по формуле:

$$i = \left(l_1 + \frac{h_C}{2} \cdot \text{ctg} \varepsilon \right) \cdot h_C \cdot b_C, \quad (8)$$

где h_C – высота скребка, м; b_C – ширина скребка, м;

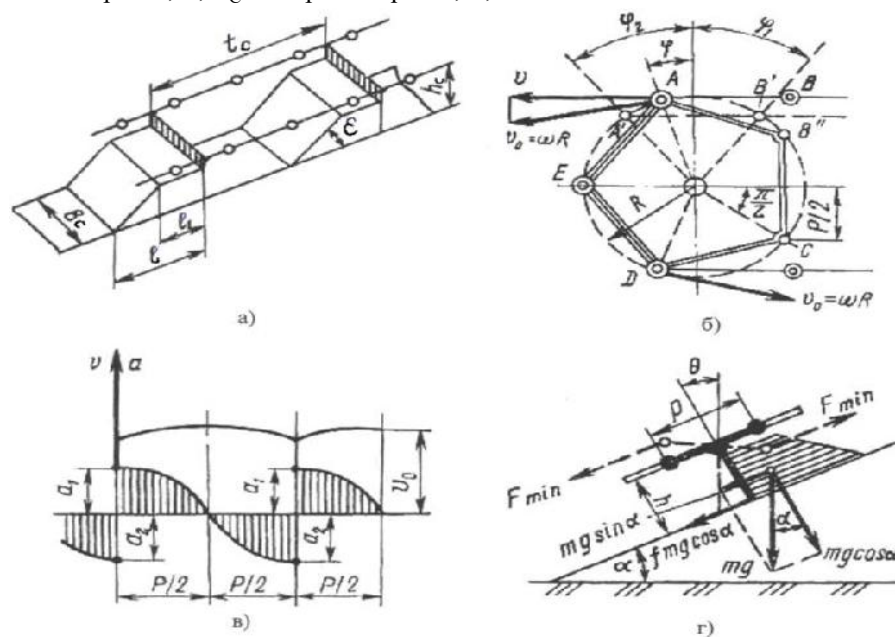


Рисунок 1 – Схема к расчету конструктивно-технологических параметров цепочно-скребкового транспортера

Согласно рисунку 1, можно записать:

$$l = l_1 + h_C \cdot ctg \varepsilon. \quad (9)$$

Подставив значение (l) в уравнение (8), получим:

$$i = \left(l_1 + \frac{h_C \cdot ctg \varepsilon}{2} \right) \cdot h_C \cdot b_C, \quad (10)$$

где ε – угол обрушения (осыпания) транспортируемых корнеплодов, град. Значение угла (ε) рекомендуется принимать равным 0,7...0,8 от угла естественного откоса корнеплодов, находящихся в покое [1,2].

Подставляя в формулу (6) выражение (10) и заменяя $l_1 = h_C \cdot k_1$ и $b_C = h_C \cdot k_2$, имеем:

$$Q_1 = \left(k_1 + \frac{ctg \varepsilon}{2} \right) \cdot k_2 \cdot \rho_i \cdot \frac{v_{II}}{t_C} h_C^2, \quad (11)$$

где k_1 и k_2 – коэффициенты пропорциональности [1].

Тогда:

$$k_1 = \frac{l_1}{h_C}, \quad (12)$$

$$k_2 = \frac{b_C}{h_C}, \quad (13)$$

Из формулы (11) можно окончательно определить расчётную высоту скребков:

$$h_C = \sqrt[3]{\frac{Q_1}{\left(k_1 + \frac{ctg \varepsilon}{2} \right) \cdot k_2 \cdot \rho_i \cdot \frac{v_{II}}{t_C}}}. \quad (14)$$

По опытным данным для корнеплодов скорость транспортирования (v_{II}) рекомендуется от 0,3 до 0,5 м/сек при высоте (h_C) скребка 75 мм и его ширине (b_C), равной 380 мм [1,2].

Учитывая, что $b_{жс} = h_{жс} \cdot k_2$ можно записать:

$$h_{жс} = \sqrt{\frac{Q_1}{k_2 \cdot k_{II} \cdot v_{II} \cdot \rho_i \cdot \psi}}; \quad (15)$$

$$b_{жс} = \sqrt{\frac{k \cdot Q_1}{k_{II} \cdot v_{II} \cdot \rho_i \cdot \psi}}, \quad (16)$$

где $h_{жс}$ – внутренняя высота желоба, м; $b_{жс}$ – внутренняя ширина желоба, м; ψ – коэффициент заполнения желоба корнеплодами. Согласно [1] при открытом желобе (ψ) принимается не более 0,5, а при закрытом – $\psi = 0,9$; k_{II} – коэффициент, учитывающий изменение производительности при угле подъема (β) транспортёра, который согласно [1] можем принять:

$$k_{II} = 1 - (0,01 \dots 0,02) \cdot \beta. \quad (17)$$

Полученные расчётом размеры (b_C), (h_C), ($b_{жс}$) и ($h_{жс}$) будут обеспечивать устойчивую работу скребка.

Под действием сил сопротивления перемещения корнеплодов скребок стремится отклониться от перпендикулярного положения к направлению движения тягового органа (цепи), что может привести к его всплыванию и заклиниванию. Особенность цепного привода состоит в том, что при постоянной угловой скорости (ω) ведущей звёздочки (см. рисунок 1, б) линейная скорость (v_{II}) цепи непостоянна:

$$v_{II} = v_0 \cdot \cos \varphi = \omega \cdot R \cdot \cos \varphi. \quad (18)$$

Ускорение, возникающее в цепи:

$$a = \frac{dv}{dt} = -\omega \cdot R \cdot \sin \varphi. \quad (19)$$

В момент, соответствующий положению шарниров звена в точках A' и B' , при $\varphi_1 = \varphi_2 = \pi/z$ зуб B'' входит в зацепление со звёздочкой следующего шарнира B цепи. В этом случае, как видно из графика (см. рисунок 1, в), ускорение изменится на $2a$, то есть от $a_2 = -\omega^2 \cdot R \cdot \sin(\pi/z)$ до

$a_1 = \omega^2 \cdot R \cdot \sin(\pi/z)$, где z – число зубьев звёздочки. На цепь будет действовать динамическая сила, увеличивающая натяжение цепи и равная $2am$. Так как эта сила прикладывается мгновенно, то её увеличивают в два раза. Таким образом, мгновенная динамическая сила $F'_{\text{дин}} = 4ma$. Однако из её значения необходимо вычесть силу инерции ma , возникающую в конце движения шарнира от точки A к точке A' и уменьшающую натяжения цепи. Следовательно, окончательное значение динамической силы можно записать в следующем виде:

$$F_{\text{дин}} = F'_{\text{дин}} \cdot m \cdot a = 3 \cdot m \cdot a = 3 \cdot m \cdot \omega^2 \cdot R \cdot \sin(\pi/z). \quad (20)$$

Так как $R = \sin(\pi/z) = p/2$, где p – шаг цепи (м), то:

$$F'_{\text{дин}} = \frac{3 \cdot m \cdot \omega^2 \cdot p}{2} = 1,5 \cdot m \cdot \omega^2 \cdot p, \quad (21)$$

где m – приведенная масса движущихся элементов транспортёра (корнеплодов и цепи с рабочими органами), кг. Её определяем по выражению [1]:

$$m = (2 \cdot q_0 + k_m \cdot q_{\text{гр}}) \cdot L_{\text{тр}}, \quad (22)$$

q_0 – линейная плотность движущихся частей тягового органа, кг/м. Согласно [1] для цепочно-планчатых транспортеров с одной цепью $q_0 = (0,5 \dots 0,6) \cdot q_{\text{гр}}$, а с двумя цепями – $q_0 = (0,6 \dots 0,8) \cdot q_{\text{гр}}$; k_m – коэффициент, учитывающий влияние массы груза (для скребковых транспортеров он составляет $0,7 \dots 0,8$; для планчатых – $1,0$), [1]; $q_{\text{гр}}$ – линейная плотность корнеплодов, кг/м;

При высоте корнеплодов (H_0), ширине (B) бункера и перемещении монолита на 1 метр масса корма ($q_{\text{гр}}$) составит:

$$q_{\text{гр}} = H_0 \cdot B \cdot \rho_1. \quad (23)$$

$L_{\text{тр}}$ – длина транспортера (или длина перемещения корнеплодов), м.

$$L_{\text{тр}} = L_1 \cdot \cos \beta, \quad (24)$$

где L_1 – расстояние между звёздочками цепочно-планчатого транспортера, м.

Динамическая нагрузка может увеличиваться и уменьшаться в зависимости от того, попадают ли в резонанс колебания динамических усилий и собственные колебания цепи. Поэтому уменьшить влияние резонанса можно изменением рабочей скорости цепи.

Устойчивая работа скребка будет обеспечиваться при натяжении цепи (рисунок 1, ε), которую определяем по выражению:

$$m \cdot g \cdot h \cdot \sin \alpha \cdot \cos \theta + f \cdot m \cdot g \cdot h \cdot \cos \alpha \cdot \cos \theta = F_{\text{мин}} \cdot p \cdot \sin \theta \quad (25)$$

откуда

$$F_{\text{мин}} = \frac{(\sin \alpha + f \cdot \cos \alpha) \cdot m \cdot g \cdot h}{p \cdot \tan \theta}, \quad (26)$$

где θ – угол отклонения скребка. Согласно опытным данным $\theta \leq 2 \dots 3^\circ$ [1].

Производительность наклонного (Q_2), (кг/сек), цепочно-скребкового транспортера можем определить из выражения:

$$Q_2 = \frac{b_{\text{ж}} \cdot h_{\text{с}}^2 \cdot v_{\text{к}} \cdot \rho_1 \cdot \text{ctg} \varepsilon}{2 \cdot t}, \quad (27)$$

где $v_{\text{к}}$ – скорость наклонного цепочно-скребкового транспортёра, м/сек.

Общую мощность, необходимую для привода рабочих органов питателя-дозатора определяем по формуле:

$$N_{\text{ПД}} = N_1 + N_2 + N_3, \quad (28)$$

где N_1 – мощность, расходуемая на преодоление сопротивлений, связанных с перемещением корнеплодов по горизонтальному цепочно-планчатому транспортеру, Вт; N_2 – мощность, расходуемая на преодоление сопротивлений, связанных с перемещением корнеплодов по наклонному цепочно-планчатому транспортеру, Вт; N_3 – мощность, расходуемая на холостой ход, Вт.

Мощность N_1 , необходимую для привода горизонтального цепочно-скребкового транспортера определим из выражения [1]:

$$N_1 = \frac{W_{\text{тр}}^{\Gamma} \cdot v_{\text{Ц}} \cdot k_{\text{пот}}}{\eta}, \quad (29)$$

где $W_{\text{тр}}^{\Gamma}$ – окружное усилие на приводной звёздочке горизонтального транспортера, Н; $k_{\text{пот}}$ – коэффициент, учитывающий потери на приводной звездочке, $k_{\text{пот}} = 1,1$, [1]; η – КПД цепной передачи с учетом потерь в подшипниках, $\eta = 0,96 \dots 0,98$ [1,3].

Окружное усилие ($W_{\text{тр}}^{\Gamma}$) на приводной звездочке, равно сумме всех сил сопротивлений перемещению корнеплодов и цепи транспортера, то есть:

$$W_{\text{тр}}^{\Gamma} = W_1 + W_2 + W_3 + W_4 + W_5, \quad (30)$$

где W_1 – сопротивление трению корнеплодов о дно желоба, Н; W_2 – сопротивлению трению корнеплодов о боковые стенки желоба, Н; W_3 – сопротивление подъему корнеплодов, Н; W_4 – сопротивление перемещению цепи, Н; W_5 – сопротивление натяжной звездочки при перемещении корнеплодов от натяжного до приводного механизмов.

Составляющие уравнения (30) можем представить в следующем виде:

$$W_1 = 9,81 \cdot f_2 \cdot b_{\text{жс}} \cdot H_0 \cdot L_{\text{тр}} \cdot \rho_1 \cdot \cos \beta, \quad (31)$$

где f_2 – коэффициент трения движения корнеплодов о стенки бункера (или кожуха); H_0 – наибольшая возможная высота слоя корнеплодов в бункере питателя-дозатора, которую горизонтальный транспортер способен перемещать, как единое целое, м; β – угол наклона транспортера к горизонтальной плоскости, град.

Высота слоя корнеплодов (H_0), которая может перемещаться горизонтальным транспортером, зависит от их физико-механических свойств, от конструктивных и режимных параметров рабочих органов питателя-дозатора:

$$H_0 = B_{\text{Б}} \cdot \frac{c - \text{tg} \beta}{k_{\text{бок.д.}} \cdot f_2}, \quad (32)$$

где c – коэффициент сцепления корнеплодов с рабочим органом транспортера, который согласно [1,4,5] составляет $0,94 \dots 0,98$.

$$W_2 = 9,81 \cdot f_2 \cdot h_1^2 \cdot L_{\text{тр}} \cdot \rho_1 \cdot k_{\text{бок.д.}} \cdot \cos \beta, \quad (33)$$

где $k_{\text{бок.д.}}$ – коэффициент бокового давления.

При работе питателя-дозатора масса корнеплодов в бункере испытывает толчки и колебания, которые приводят к их дополнительному уплотнению. Влияние этих воздействий увеличивается с возрастанием скорости движения корнеплодов. Поэтому в зависимости от скорости транспортирования корнеплодов коэффициент ($k_{\text{бок.д.}}$), согласно рекомендациям, можем найти из формулы [5]:

$$k_{\text{бок.д.}} = (1,2 + v_{\text{Ц}}) \cdot k_{\text{min}}, \quad (34)$$

где k_{min} – минимальное значение коэффициента бокового давления.

$$k_{\text{min}} = \frac{1}{1 + \sin \varepsilon_1}, \quad (35)$$

где ε_1 – угол внутреннего трения массы корнеплодов, град.

$$W_3 = 9,81 \cdot b_{\text{жс}} \cdot h_1 \cdot L_{\text{тр}} \cdot \rho_1 \cdot \sin \beta. \quad (36)$$

$$W_4 = 19,6 \cdot M_{\text{Ц}} \cdot L_1 \cdot \omega_{\text{Ц}} \cdot \cos \beta, \quad (37)$$

где $M_{\text{Ц}}$ – нагрузка на один метр длины цепочно-планчатого транспортера, кг/м:

$$M_{\text{Ц}} = Q_1 / v_{\text{Ц}}. \quad (38)$$

где $\omega_{\text{Ц}}$ – коэффициент сопротивления движению цепи по направляющим (для безроликовых цепей он составляет $0,35 \dots 0,4$; для роликовых – $0,25 \dots 0,3$), [1].

$$W_5 \approx 0,25 \cdot W_4, \quad (39)$$

а при перемещении корнеплодов по направлению от натяжного механизма к приводному:

$$W_5 = 0,1 \cdot \left(W_1 + W_2 + W_3 + \frac{1}{2} \cdot W_4 + 9,81 \cdot M_{\text{Ц}} \cdot L_{\text{тр}} \cdot \sin \beta \right). \quad (40)$$

Мощность, расходуемая на преодоление сопротивлений, связанных с перемещением корнеплодов по наклонному цепочно-планчатому транспортеру, можем найти из выражения:

$$N_2 = \frac{b_{\text{ж}} \cdot h_{\text{с}}^2 \cdot v \cdot \rho_i \cdot \text{ctg} \varepsilon}{2 \cdot t} \quad (41)$$

Мощность, расходуемая на холостой ход:

$$N_3 = 2 \cdot \omega_1 \cdot M_{\text{Ц}} \cdot L_{\text{тр}} \cdot v_{\text{Ц}}, \quad (42)$$

где ω_1 – коэффициент сопротивления движущихся частей транспортера (для безроликовых цепей он составляет 0,15...0,2; для роликовых – 0,1...0,12), [1].

Тогда, окончательно формулу (2.66) можно будет записать следующим образом:

$$N_{\text{ПД}} = \frac{W_{\text{тр}}^{\Gamma} \cdot v_{\text{Ц}} \cdot k_{\text{пот}}}{\eta} \pm \frac{b_{\text{ж}} \cdot h_{\text{с}}^2 \cdot v \cdot \rho_i \cdot \text{ctg} \varepsilon}{2 \cdot t} + 2 \cdot \omega_1 \cdot M_{\text{Ц}} \cdot L_{\text{тр}} \cdot v_{\text{Ц}}. \quad (43)$$

В уравнении (2.81) первый член выражает потребную мощность на перемещение конеплодов по горизонтали, второй – мощность на транспортирование их по вертикали (вверх – знак «плюс», вниз – знак «минус»), третий – мощность на холостой ход транспортера.

Эффективность процесса транспортирования корнеплодов питателем-дозатором оценим показателем удельного расхода энергии [3]:

$$N_{\text{уд1}} = \frac{N_{\text{ПД}}}{Q_{\text{ПД}}}, \quad (44)$$

где $N_{\text{уд1}}$ – удельный расход энергии, Вт·с/кг;

Список использованных источников

1. Красников, В.В. Подъёмно-транспортные машины / В.В. Красников, В.Ф. Дубинин и другие; 4-е изд. доп. и перераб. – М. Агропромиздат, 1987. – 272с.
2. Лившиц, Ю.Л. Передвижные тракторные раздатчики кормов / Ю.Л. Лившиц. – М.: Машиностроение, 1966.
3. Коцюба, В.П. Лабораторный практикум по механизации погрузочно-разгрузочных, транспортных и складских работ. – М.:Машиностроение, 1996. – 191с.
4. Алёшкин, В.Р. Механизация животноводства / В.Р. Алёшкин, П.М. Рощин; под ред. С.В. Мельникова. – М.: Агропромиздат, 1985. – 336с.
5. Леонтьев, П.И. Технологическое оборудование кормоцехов / П.И. Леонтьев, В.И. Земсков, В.М. Потемкин. – М.: Колос, 1984. – 157с.
6. 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.
7. 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.

ПРЕИМУЩЕСТВА И НЕДОСТАТКИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПТИЧЬЕГО ПОМЕТА В КАЧЕСТВЕ ОРГАНИЧЕСКОГО УДОБРЕНИЯ

Брусенков Алексей Владимирович,
ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет»,
доцент кафедры «Агроинженерия»,
e-mail: aleksei_brusenkov@mail.ru

Сазонов Виталий Юрьевич,
ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», магистрант,
e-mail: vitas68.96@mail.ru

Интенсификация сельскохозяйственного производства немыслима без широкого использования удобрений. Внесение удобрений – это не просто компенсация питательных веществ, вынесенных из почвы урожаем, это и способ физико-биохимической мелиорации. Данный способ позволяет изменять химический состав почв в нужном направлении, улучшать почвенную структуру и физико-механические свойства почв, приводит к оптимальной кислотности почвы, что способствует развитию почвенной микрофлоры, деятельность которой ускоряет перевод имеющихся в почве веществ в легкодоступную для растений форму и так далее [1,2,3,5].

Птичий помет – органическое удобрение с высоким содержанием питательных веществ. Куриный помет, как удобрение, превосходит навоз (таблица 1) [4]. Сырой помет обладает неблагоприятными свойствами: имеет сильный неприятный запах; содержит большое количество семян сорняков, яиц и личинок гельминтов и мух, множество микроорганизмов, среди которых нередко возбудители опасных заболеваний.

Таблица 1

Вид помета	Показатель	
	Норма	
	Массовая доля влаги, %, не более	Массовая доля общего азота, % на абсолютно сухое вещество, не менее
Помет <i>куриный</i> для удобрения и приготовления компостов	90	5
Компост торфопометный	70	0,5
Компост пометно-опилочный	75	1,8
Компост пометно-коровый	75	0,9
Компост пометно-лигниновый	75	0,9
Компост пометно-почвенный	45	0,4
Навоз <i>крупного рогатого скота</i> бесподстилочный для удобрения и приготовления компостов	90...96	0,4...0,5
Компост торфонавозный из навоза крупного рогатого скота	75	0,2
Компост навозно-почвенный из навоза крупного рогатого скота	45	0,25
Навоз <i>свиной</i> (твердая фракция)	75	1,4
Навоз свиной жидкий для удобрения и приготовления компостов	90...97	0,7
Компост торфонавозный из свиного навоза	75	0,3
Компост навозно-почвенный из свиного навоза	45	0,4

Сразу после выделения мочевая и гиппуровая кислоты, входящие в состав экскрементов, подвергаются гидролитическому расщеплению под влиянием уробактерий с образованием в конечном счете углекислого аммония, который распадается на аммиак и уголекислоту. При влажности до 80...85% его лучше использовать для приготовления компостов. При более высокой влажности (с появлением свойств текучести) целесообразнее его транспортировать при помощи трубопроводов и цистерн. При влажности более 90%, как правило, его использовать экономически нецелесообразно. При влажности помета около 90% нормы внесения его в почву такие же, как у навоза; при влажности 80% они в два раза меньше, чем у навоза, а при влажности 70% - в три раза меньше. При напольном содержании

птицы на глубокой несменяемой подстилке (молодняк и маточное поголовье) получают подстилочный помет; при клеточном содержании кур-несушек на птицефабриках – бесподстилочный. Подстилочный помет обладает невысокой влажностью, достаточной сыпучестью и может использоваться для удобрения как обычный навоз в дозах, рассчитанных по азоту. Бесподстилочный помет от подстилочного отличается более высокой влажностью и повышенным содержанием азота, особенно аммонийного, количество которого достигает 50% общего содержания азота.

Согласно данным института птицеводства суточный выход экскрементов у взрослой птицы составляет в среднем: у курицы-несушки – 170...190 грамм, у мясных кур – 280...300, у бройлеров – 240...250, у индейки – 420...450, у гусей – 490...600, у уток – 250...420 грамм [3,4]. Выход птичьего помета и его химический состав на современных птицефабриках в значительной степени зависят от технологии содержания птицы, устройства поилок, способов удаления экскрементов и количества воды, попадающей в них из поилок (таблицы 2 и 3).

Таблица 2

Суточный выход экскрементов от 1000 голов птицы в зависимости от возраста

Вид птицы	Естественная влажность помета, %	Возраст птицы (недель) и выход помета, кг										
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	22	23 и старше
Яичные куры и цыплята	75	4	14	24	39	61	82	97	114	128	175	189
Мясные куры и цыплята	75	11	46	92	130	140	170	200	230	250	280	300
Бройлеры	76	10	45	90	135	144	182	240	250	-	-	-
Индейки, легкий кросс	76	30	93	124	182	224	260	280	310	320	350	378
Индейки, средний и тяжелый кросс	75	28	82	135	175	200	225	280	310	364	390	420
Гуси и гусята	83	50	140	280	330	360	390	440	450	480	490	490
Утки и утята	83	30	60	90	120	170	200	210	220	230	250	250

Таблица 3

Химический состав экскрементов птицы, % на сырое вещество

Вид помета	Влажность, %	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO
Куриный	75	1,5±0,2	1,4±0,2	0,5±0,1	1,1±0,4
Утиный	83	0,6±0,1	0,8±0,3	0,3±0,1	1,0±0,2
Гусиный	83	0,5±0,2	0,5±0,1	0,8±0,1	0,6±0,1
Индюшинный	75	0,7±0,2	0,6±0,1	0,5±0,1	0,5±0,1

Данные таблицы 3 показывают, что азота и фосфора в курином помете содержится намного больше, чем в навозе крупного рогатого скота и свиней, а их количество также во многом зависит от рациона и способов содержания птицы (таблица 4) [3,4].

Таблица 4

Содержание питательных веществ в птичьем помете, %

Способ содержания	Сырой свежий помет				Сухая масса помета			
	влажность	азот	фосфор	калий	влажность	азот	фосфор	калий
Выгульное содержание кур-несушек	60,80	1,65	1,00	0,62	12,01	4,36	3,67	1,80
Клеточное содержание кур-несушек	65,70	1,50	0,87	0,58	10,80	5,43	4,54	2,20
Клеточное содержание кур при откорме	73,51	1,72	0,92	0,60	12,70	5,50	4,86	2,50
Клеточное содержание бройлеров	68,90	1,76	0,69	0,40	10,10	5,25	4,43	1,90

На птицефабриках при содержании кур-несушек в клетках, за счет потерь воды из поилок, влажность бесподстилочного помета повышается до 80...85% и более. В результате этого масса помета резко увеличивается, а количество в нем питательных веществ снижается пропорционально уменьшению содержания сухого вещества.

Из-за высокой влажности бесподстилочный навоз невозможно уложить в штабель, поэтому его укладывают в специальные хранилища. В процессе хранения сырой помет сильно разогревается, что усиливает потери азота в виде газообразного аммиака – за 6 месяцев хранения потери достигают 50% и более. Для уменьшения потерь азота при хранении помет необходимо компостировать с различными влагоемкими материалами, фосфоритной мукой, суперфосфатом, фосфогипсом или сушат в сушилках барабанного типа. Термически высушенный помет содержит питательных веществ почти в три раза больше, чем сырой.

Согласно проведенным Е.П. Ореховской и М.И. Зыриной исследованиям, по действию на урожайность культур питательные вещества сырого куриного помета практически не уступают равному количеству питательных веществ минеральных удобрений (таблица 5) [3,4].

Таблица 5

Влияние куриного помета на урожай зерновых культур, ц/га

Удобрение (норма на 1 га)	Урожай без удобрений и прибавки к нему по годам действия			
	кукуруза, 1-й год	ячмень, 2-й год	ячмень, 3-й год	в сумме за три года действия
Без удобрения	50,4	29,4	27,8	107,6
Минеральные удобрения (N ₉₀ P ₉₀ K ₄₅)	14,7	3,3	3,6	21,6
Помет, 5 тонн (N ₅₄ P ₃₄ K ₄₃)	10,7	3,4	3,6	17,7
Помет, 10 тонн (N ₁₀₈ P ₆₈ K ₈₆)	14,2	4,2	3,8	22,2

В заключении хотелось бы отметить следующее. Поскольку условия применения удобрения из птичьего помета в различных зонах носит специфический характер, то при рассмотрении технологий его внесения, системы машин и характеристик почвы, необходимо прежде всего ориентироваться на производственные условия этих зон. Многолетний опыт подтверждает, что для обеспечения хороших и устойчивых урожаев всех культур необходимо рациональное накопление и внесение органических удобрений в почву в соответствии с агротехническими требованиями. Поэтому основными резервами накопления достаточного количества органических удобрений следует считать избыточное применение подстилки на птицеводческих фермах, правильное приготовление, транспортирование и хранение помета.

Список использованных источников

1. Рябоконт, С.М. Новые машины для внесения удобрений. – М. Высш. школа, 1984. – 88с.
2. Капустин, В.П. Органические удобрения и урожайность сельскохозяйственных культур / В.П. Капустин, А.В. Брусенков // Техника и технологии в животноводстве. – Изд-во: ИМЖ-филиал Федерального госуд-го бюдж. образ. учреждения «Федеральный научный агроинженерный центр «ВИМ» (Москва), 2020. - №2(38). – С.86-89.
3. Якубаускас, В.И. Технологические основы механизированного внесения удобрений. – М.: «Колос», 1973. – 231с.
4. Васильев, В.А. Справочник по органическим удобрениям / В.А. Васильев, Н.В. Филиппова; 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Росагропромиздат, 1988. – 255с.
5. Курочкин, И. М. Производственно-техническая эксплуатация МТП : учебное пособие для студентов дневного и заочного обучения по направлению 110800 "Агроинженерия" / И. М. Курочкин, Д. В. Доровских ; И. М. Курочкин, Д. В. Доровских ; 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", 2012. – 199 с. – ISBN 9785826510971.

ОБЗОР ТЕХНОЛОГИИ ПРИГОТОВЛЕНИЯ СУХИХ РАССЫПНЫХ КОМБИКОРМОВ

Бралиев Майдан Кабатаевич,

*Западно-Казахстанский аграрно-технический университет им. Жангир хана, ВАК доцент,
Высшая школа агроинженерии,
e-mail: braliyevm@mail.ru*

Кажияхметова Айнур Ароновна,

*Западно-Казахстанский инновационно-технологический университет, магистр, старший
преподаватель кафедры техники и технологий
e-mail: aiioka@mail.ru*

Завражнов Анатолий Иванович,

*ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет»;
ФГБОУ ВО «Мичуринский государственный аграрный университет», д.т.н., академик РАН,
профессор кафедры «Агроинженерия»
e-mail: aiz@mgau.ru*

Ведищев Сергей Михайлович,

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

При производстве комбикормов на крупных специализированных заводах существенную долю затрат составляют транспортные расходы на перевозку сырья и готового продукта. Следствием этого является все большая концентрация производства комбикормов на внутрихозяйственных предприятиях [2].

Различия в рационах кормления различных возрастных групп животных требуют частой и оперативной перестройки технологического оборудования на производство корма [1, 2, 3, 15].

Для эффективного использования имеющегося сырья на внутрихозяйственных предприятиях (зерно злаковых и масличных культур, белковые компоненты, минеральные компоненты) необходимо балансировать его обогащающими добавками. Нередко в хозяйстве возникает необходимость применения в кормах лекарственных препаратов [2, 4, 15, 22].

В условиях внутрихозяйственного предприятия на комбикорма в соответствии с зоотехническими требованиями влияет возможность оперативного контроля качества за ходом технологических операций и возможность внесения необходимых коррективов в работу технологического оборудования на стадии приготовления корма [1, 2, 3, 15].

Важным фактором, определяющим себестоимость приготавливаемого корма, является использование оборудования, удовлетворяющего требованиям ресурсосбережения при обеспечении требуемого качества продукции. В фермерских хозяйствах комбикорма производят по упрощенной технологической схеме: очистка зернового сырья от посторонних примесей; измельчение; дозирование отдельных компонентов в соответствии с выбранным рецептом, смешивание; хранение [1,2,3,15].

Созданием комбикормовых производств занимались специалисты многих учебных и научно-исследовательских институтов. В этих исследованиях ведущая роль принадлежит работам таких институтов, как ВИЭСХ, ВНИИМЖ, ВНИПТИМЭСХ, ФАНЦ Северо-Востока, АНЦ «Донской», Донской ГАУ и др. Ими были разработаны технологические схемы, агрегаты, предусматривающие поточность производства, минимальную продолжительность технологического цикла, комплексную механизацию и автоматизацию процессов, современный контроль качества на основных участках производства (прием сырья, измельчение, дозирование, смешивание и др.), учет сырья и продукции, эффективное использование технологического, энергетического и другого оборудования, оперативное управление, защита окружающей среды, благоприятные условия труда, соответствие противопожарным требованиям [10, 11, 14, 21].

По назначению комбикормовые предприятия классифицируются (рис. 1): по назначению-на локальные (для отдельных хозяйств) и межхозяйственные; по производительности- на комплексные и специализированные [10, 11, 14].

Комплексные комбикормовые предприятия предназначены для производства [10, 11, 14]:

- комбикормов-концентратов в рассыпном и гранулированном видах с линией послеуборочной обработки и хранения фуражного зерна производительностью от 2,0 до 4,0 т/ч – для отдельных хозяйств и от 2,0 до 16,0 т/ч - для межхозяйственных предприятий;

- брикетированных и гранулированных комбикормов-концентратов и подготовки грубых кормов производительностью от 1,5 до 9,0 т/ч.

Специализированные комбикормовые предприятия, предназначенные для производства:

- полнорационных комбикормов и комбикормов-концентратов в рассыпном и гранулированном видах производительностью от 0,5 до 4,0 т/ч – для отдельных хозяйств и от 2,0 до 12,0 т/ч - для межхозяйственных предприятий;

- брикетированных и гранулированных кормов производительностью от 1,5 до 6,0 т/ч - для локальных и межхозяйственных предприятий.

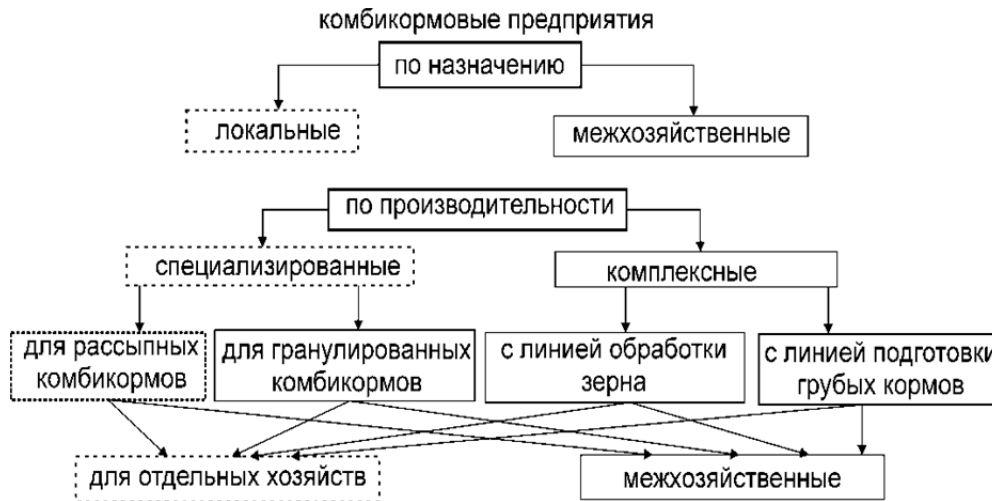


Рисунок 1 – Схема классификации комбикормовых предприятий

Приготовление сухой рассыпной кормосмеси непосредственно в хозяйствах включает две (дозирование + смешивание) или три (дозирование + измельчение + смешивание) операции.

Высокое качество комбикормов получают по одному из следующих вариантов организации технологического процесса [13]:

- каждый вид сырья готовится отдельно и дозируется на заключительном этапе (одноэтапное измельчение – одноэтапное дозирование);
- смесь компонентов предварительно формируется с последующим двухэтапным дозированием;
- совместная переработка сырья, включающая измельчение, подготовку остальных компонентов с одноэтапным дозированием (многокомпонентное измельчение – одноэтапное дозирование);
- дозирование всех видов сырья и их совместной переработкой (одноэтапное дозирование – многокомпонентное измельчение).

Предусмотрены следующие технологические линии: подготовка зернового сырья; шелушения пленчатых культур; подготовка минерального сырья; приготовления обогатительных добавок; подготовки и ввода жидких компонентов; дозирования и смешивания- объемное и весовое дозирование с погрешностью не более 3 %; гранулирования.

В ГНУ СКНИИМЭСХ Россельхозакадемии разработана схема получения комбикорма в сельскохозяйственном предприятии на основе полнорационных кормосмесей с возможностью использования зерновых, бобовых, масличных культур, а также зеленых, сочных и грубых кормов [20].

В разработанной схеме можно выделить два граничных варианта получения хозяйством комбикорма: приобретение произведенного специализированным предприятием комбикорма; производство комбикорма на внутрихозяйственном предприятии с максимальным использованием собственной сырьевой базы и закупкой на рынке недостающих компонентов.

Второй вариант позволяет оперативно реагировать на изменяющиеся запросы животноводческой отрасли путем соответствующей перенастройки технологического процесса. При этом в максимальной степени используется сырье собственного производства с реальной возможностью удешевления производимых кормосмесей за счет совершенствования технологических процессов заготовки исходных компонентов и приготовления кормов.

Примером могут служить разработанные проектным институтом «Гипронисельхоз» цеха для приготовления полнорационных комбикормов непосредственно в хозяйствах и межхозяйственных объ-

единениях из зерна собственного производства и белково-витаминных добавок промышленного изготовления - ОКЦ-4, ОКЦ-4, ОКЦ-15, ОКЦ-30.

Трехоперационный агрегат *BLOUNT* фирмы *DANNENBERGGMBH* включает в себя молотковую зернодробилку закрытого типа, блок винтовых дозаторов, выгрузной и смесительный винтовые конвейеры. Структура готовой смеси достигается тарировкой винтовых дозаторов.

В качестве примера также можно привести комплексы по приготовлению полнорационных комбикормов из 4 – 6-зерновых компонентов с добавлением готовых БВМК: комплексы КПК и ККУ; линия приготовления кормосмесей (ЛПК-2); мельница (Agrex Mix); установки для приготовления комбикормов (Р6-УПК; Р6-УПК; УК-2; УМК-Ф-2) и ряд других [5, 16].

Комплексы серии КПК (производительность от 0,28 до 4,6 т/ч) и серии ККУ (производительность от 1,7 до 4,6 т/ч), включают в себя дробилку ДКР, смеситель ССК, транспортер шнековый ТШ, сепаратор для предварительной очистки зерна СА, электронное весовое устройство [5].

Комплекс приготовления рассыпного комбикорма (КВО) обеспечивает от 1350 до 5500 голов КРС из многокомпонентной смеси для каждой группы животных на одной линейке оборудования [5]. Дозирование компонента, загружаемого пневматически дробилкой, производится по предварительно занесенному рецепту в память устройства Агродоз-123 их последовательной загрузкой. Ввод предварительно взвешенных на весах добавок производится через загрузочный патрубок в нижней части смесителя. Жидкие добавки подаются в патрубки при помощи жировой машины или самотёком. После загрузки последнего компонента комбикорма смешивание длится порядка 5-7 минут.

Линия приготовления кормосмесей (ЛПК-2) предназначена для животноводческих хозяйств или предприятий, выпускающих многорецептурные комбикорма на основе 3-х и более компонентной зерновой составляющей и добавок с долей до 15%, с использованием готовых покупных минерально-витаминных добавок. Линия состоит из дробилки молотковой, смесителя, весов, дозатора, шнека разгрузочного. [5].

Установка для приготовления комбикормов (Р6-УПК) предназначена для изготовления сухих сыпучих комбикормов различных рецептов на основе всех видов зерновых культур, в том числе масличных, а также лузги крупяных культур, гранул, шрота, мелкокускового жмыха и других сыпучих кормов и пищевых материалов, биовитаминно-минеральных добавок в условиях животноводческих фермерских хозяйств. Установка изготавливается в двух исполнениях: Р6-УПК.00 и Р6-УПК.01 - и представляет собой комплекс малогабаритного дробильного, смешивающего, транспортного, фильтрующего оборудования [5].

Установка для производства комбикормов (УК-2) (рис. 2) предназначена для приготовления в условиях хозяйств рассыпных комбикормов из собственного зерна и покупных белково-витаминных и минеральных добавок. Имеет весоизмерительный механизм, осуществляет измельчение и смешивание кормовых материалов. Обслуживается одним человеком [5].



Рисунок 2 – Установка для производства комбикормов (УК-2)

Конструкция мельницы (Agrex Mix) позволяет дробить и смешивать различные типы зерновых при условии, что их влажность не превышает 15%. В зависимости от размера измельчающих сеток получают корма различной крупности. Производятся в стационарном и мобильном вариантах [5].

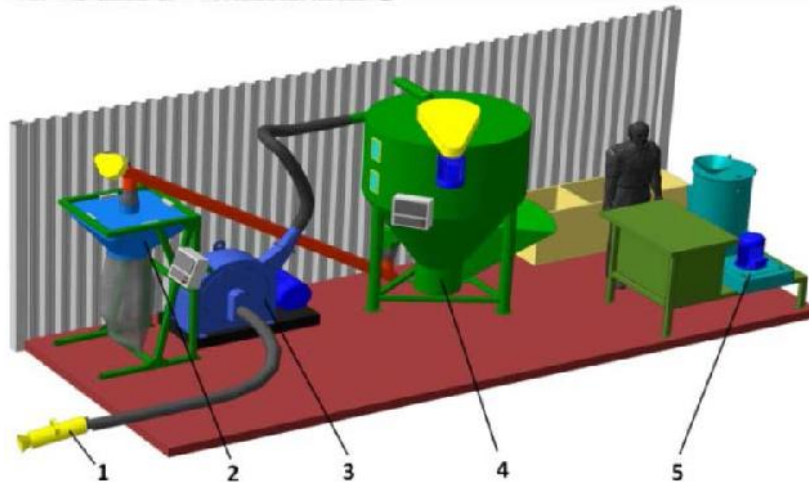
Приближение производства комбикормов к источникам сырья и местам потребления позволяет более полно и рационально использовать сырье самих хозяйств, дает возможность сократить транспортные расходы на перевозку исходного сырья и готового продукта. Такое производство получения комбикорма низкзатратно и не требует покупки дорогостоящего оборудования для комбикормовых цехов. Для условий конкретного сельхозпредприятия возможно использование имеющегося оборудо-

вания и машин в данном хозяйстве. Применение кормов собственного производства обеспечивает снижение затрат на единицу животноводческой продукции на 15-20% [6].

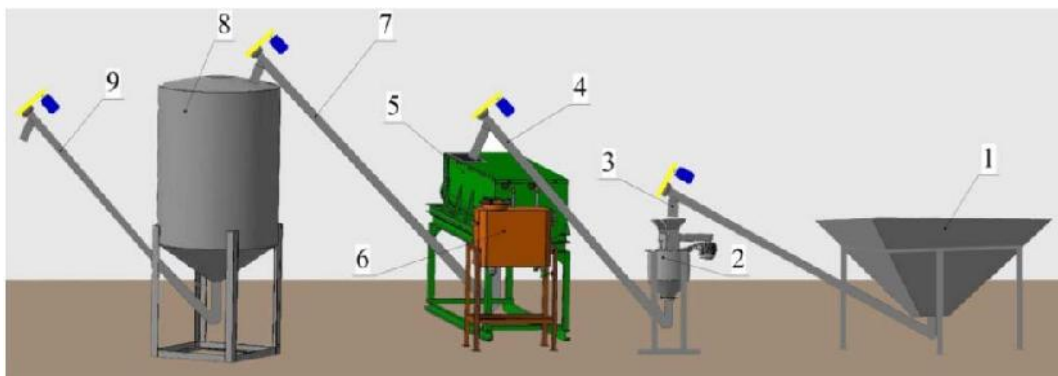
Имеющиеся в хозяйствах помещения зачастую не соответствуют санитарным требованиям и нормам безопасности, а строительство новых зданий требует времени и значительных финансовых затрат. Поэтому рациональной является компоновка модулей в контейнерах (рис. 3), размеры которых позволяют транспортировать их автотранспортом. Это позволит осуществлять все работы по сборке, комплектованию и наладке оборудования на предприятии-изготовителе.

Блочное-модульное формирование структуры комбикормовых цехов обеспечивает возможность её адаптивной трансформации к индивидуальным особенностям сельхозпроизводителя [6].

Это блоки измельчения, смешивания, весового дозирования, хранения и выдачи готового корма, образующие основной модуль. Дополнительно в состав предприятия могут включаться блоки ввода жидких добавок и обеззараживания, СВЧ-обработки, экспандирования и гранулирования, образующие дополнительные модули. Одним из примеров является разработанная в ГНУ СКНИИ-МЭСХ внутрихозяйственная технологическая линия производства комбикормов (рис. 4) [6]. Техническая характеристика внутрихозяйственной технологической линии приготовления комбикормов: производительность - 1 т/ч; установленная мощность - 15 кВт; однородность внесения компонентов - 95 %; доза внесения жидких добавок - 3...6 %; энергоёмкость процесса - 12,1 кВт·ч/т.



1 – пневморукав для загрузки зерновых компонентов; 2 – затариватель готовой продукции АЗК-2; 3 – дробилка ДМ-3; 4 – смеситель УСК-1,5; 5 – смеситель премиксов СВ-40
Рисунок 3 - Модуль производства комбикорма, смонтированный в контейнере

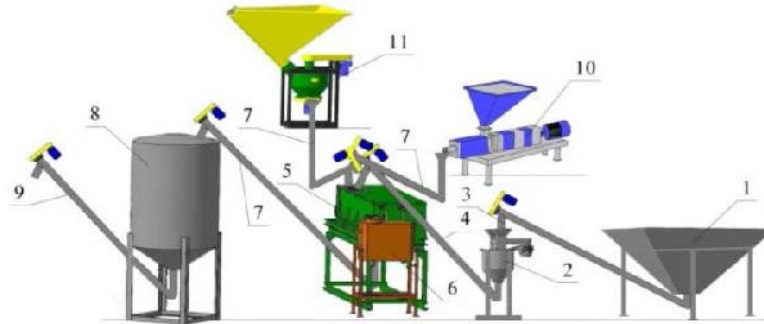


1 – бункер с выгрузным шнеком АП100.1; 2 – дробилка вертикальная ВД-1; 3 – тройник шнека; 4 – шнек для подачи дробленых компонентов; 5 – смеситель компонентов комбикормов СК-15Н; 6 – устройство для ввода жидких добавок; 7 – шнек для выдачи смешанных компонентов; 8 – бункер готовой продукции; 9 – шнек для выдачи готового комбикорма
Рисунок 4 - Общий вид внутрихозяйственной технологической линии приготовления комбикормов

Технологическая линия приготовления комбикормов с дополнительным блоком экспандирования предусматривает ввод мелассы посредством модуля для ввода жидких и жировых компонентов (рис. 5).

Применение мобильных многофункциональных смесителей-раздатчиков кормов позволит снизить расход электроэнергии на 20 % и затраты труда - на 30 % [12]. Но определяющую роль в этом

варианте играет стоимость покупаемого хозяйством полнорационного комбикорма, приготовленного на специализированном комбикормовом заводе из покупных компонентов.



1 – бункер-питатель; 2 – дробилка вертикальная ВД-1; 3 – тройник шнека; 4 – шнек подачи дробленого компонента; 5 – смеситель кормов СК-15Н; 6 – устройство для ввода жидких добавок; 7 – шнек выдачи кормовой смеси; 8 – бункер для готовой продукции; 9 – шнек выдачи готового комбикорма; 10 – пресс-экспандер ЭК-75; 11 – измельчитель зеленой массы ИЗК-4
Рисунок 5 - Технологическая линия приготовления комбикормов с дополнительным блоком экспандирования

В СК-НИИМЭСХ разработан агрегат комбикормовый мобильный АКМ-3М с приводом от ВОМ трактора (рис. 6) [6, 9]. Агрегат позволяет загружать и измельчать зерновые компоненты, смешивать их с премиксами и БМВД, транспортировать и выдавать полученную кормосмесь в кормушки, транспортные средства и склады. Его производительность на приготовлении комбикормов до 2,5 т/ч, на смешивании и раздаче кормосмесей – до 8 т/ч, агрегируется с тракторами класса 0,9 - 1,4 кН.



1 – смеситель; 2 – ходовая часть; 3 – выгрузное окно с заслонкой и скатным лотком; 4 – привод смесителя; 5 – дробилка зерна; 6 – контрпривод; 7 – клиноременная передача; 8 – карданный вал; 9 – всасывающий рукав; 10 – нагнетательный трубопровод
Рисунок 6 - Агрегат комбикормовый мобильный АКМ-3М

Применение мобильного комбикормового агрегата позволяет исключить капиталовложения в стационарный комбикормовый цех, что сокращает затраты на организацию комбикормового производства в хозяйстве в 3,5-4,0 раза.

Во всех рассмотренных технологических схемах одной из основных операций процесса приготовления качественных полнорационных кормосмесей является смешивание компонентов. Результирующим параметром, определяющим на заключительном этапе качество готового корма, является однородность кормосмеси. Согласно зоотехническим требованиям, однородность смеси должна составлять не менее 90 - 95 % [3, 7, 8, 11, 17, 18, 19].

Проведенный анализ конструкций малогабаритных комбикормовых агрегатов и их классификация свидетельствуют о большом разнообразии конструкций, а также о том, что рабочий процесс, в силу своей сложности, недостаточно изучен и требует дальнейших исследований.

Список использованных источников

1. Анализ шнековых дозаторов / С. М. Ведищев, А. И. Завражнов, О. В. Ларионова, А. А. Кажияхметова ; редкол. : Н. Н. Романюк и др. // Современные проблемы освоения новой техники, технологий, организации технического сервиса в АПК : материалы Междунар. науч.-практ. конф. «Белагро-2019» (Минск, 6–7 июня 2019 г.). – Минск : БГАТУ, 2019. – С. 333 – 337.
2. Ведищев, С. М. Анализ малогабаритных комбикормовых агрегатов [Электронный ресурс] / С. М. Ведищев, А. А. Кажияхметова, Н. В. Хольшев ; под общ. ред. Ю. В. Родионова // Импортозамещающие технологии и оборудование для глубокой комплексной переработки сельскохозяйственного сырья // материалы I Всерос. конф. с междунар. участием ; ФГБОУ ВО «ТГТУ». – Тамбов : Издательский центр ФГБОУ ВО «ТГТУ», 2019. – С. 135 – 151.
3. Ведищев, С.М. Совершенствование технологий и технических средств приготовления и раздачи кормосмесей в сельскохозяйственных свиноводческих организациях. дис. ... докт. техн. наук: 05.20.01 / Ведищев Сергей Михайлович. – Тамбов, 2018 – 381 с.
4. Дозатор-смеситель сухих рассыпных кормосмесей / А. А. Кажияхметова, С. М. Ведищев, М. К. Бралиев, А. Г. Павлов, Г. В. Рыбин // Современная наука: теория, методология, практика : III Всерос. (нац.) науч.-практ. конф., Тамбов, 13–14 апреля 2021 года. – Тамбов : Изд-во ИП Чеснокова А. В., 2021. – С. 307 – 311.
5. Золотарев, С.М. Проектирование мукомольных, крупяных и комбикормовых заводов / С.М. Золотарев. - 3-с изд., перераб. и доп.-М.: Колос, 1976. – 286 с.
6. Иноземцева, Л.В. Совершенствования технологического процесса и обоснования параметров увлажнителя концентрированных кормов: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.20.01 / Иноземцева Любовь Валерьевна. - Саратов, 2000. – 24 с.
7. 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. – EDN CXEICN.
8. Мартынов, В.К. Совершенствование технологического процесса приготовления полнорационных кормосмесей в планетарном смесителе периодического действия за счет интенсификации взаимопроникновения смешиваемых ингредиентов [текст]: дис. ... канд. техн. наук: 05.20.01 / Мартынов Вячеслав Константинович. - Саратов, 2005. - 178 с.
9. Мишин, К.М. Совершенствование рабочего процесса смесителя концентрированных кормов и жира с обоснованием конструктивно-режимных параметров: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.20.01 / Мишин Константин Михайлович. - Пенза, 2001. – 24 с.
10. Мишуров, Н.П. Технологии и оборудование для производства комбикормов в хозяйствах: Справочник / Н.П. Мишуров. - М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2012. - 204 с.
11. НТП-АПК 1.10.16.002-03. Нормы технологического проектирования сельскохозяйственных предприятий по производству комбикормов. - Введ. 01.01.2004. - М.: Издательство стандартов, 2004. - 82 с.
12. Пахомов, В.М. Организационно-технологические основы создания блочно-модульных внутрихозяйственных комбикормовых предприятий / В.И. Пахомов. - Волгоград: ВНИИТ ПТИМЭСХ, 2001. - 259 с.
13. Правила организации и внедрения технологических процессов производства продукции комбикормовой промышленности. - Воронеж: ВНИИ КП, 1997. - 256 с.
14. Прогнозно-аналитическое сопровождение инновационного развития в сфере сельского хозяйства: сб. / Под. общ. ред. В.Ф. Федоренко. - М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2019. – 504 с.
15. Смеситель сухих рассыпных кормосмесей с активным каналом обратного хода / А. А. Кажияхметова, С. М. Ведищев, М. К. Бралиев, А. С. Иванов // Современная наука: теория, методология, практика : III Всерос. (нац.) науч.-практ. конф., Тамбов, 13–14 апреля 2021 года. – Тамбов : Изд-во ИП Чеснокова А. В., 2021. – С. 301 – 303.
16. Технологическое оборудование и поточные линии предприятий при переработке зерна учебник / Л.А. Глебов, А.Б. Демский, В.Ф. Веденеев, А.Е. Яблоков, I и III части под. ред. Л.А. Глебова, II часть под. ред. А.Б. Демского. - М.: Дели Принт, 2010. - 696 с.
17. Утюжев, А.З. Научное обоснование и эффективность использования бетонитосодержащей добавки в животноводстве: автореф. дис. ... докт. сельскохозяйственных наук: 06.02.08 / Утюжев Арсен Зралнукович. – Ставрополь, 2011. - 44 с.

18. Федоренко, В.Ф. Повышение ресурсоэнергоэффективности агропромышленного комплекса: науч. изд. [текст] / В.Ф. Федоренко. - М.; ФГБНУ «Росинформагротех», 2014. - 284с.
19. Хольшев, Н.В. Совершенствование технологического процесса приготовления сухих рассыпных кормосмесей шнеколопастным смесителем : диссертация ... кандидата технических наук : 05.20.01; Хольшев Николай Васильевич. - Тамбов, 2015. - 209 с.
20. Черкасов, Р.И. Интенсификация процесса смешивания сыпучих кормов порционным вертикальным шнековым смесителем: дис. ... канд. техн. наук; 05.20.01-Черкасов Роман Иванович. - Ростов-на Дону, 2017. - 149 с.
21. Чупшев, А. В. Модель качественно-мощностного показателя барабанного смесителя / А. В. Чупшев, В. В. Коновалов, К. П. Фудин // Нива Поволжья. – 2020. – № 3(56). – С. 107-113. – DOI 10.36461/NP.2020.56.3.002. – EDN WLBGOM.
22. Эффективность технологических линий раздачи кормов / А. И. Завражнов, С. М. Ведищев, А. Н. Зазуля, В. В. Коновалов // 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. 50-55. – EDN SZJAWQ.

УДК 637.116

68.39.29 Молочное и мясное скотоводство

ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВА ПРОЦЕССА ДОЕНИЯ В УСЛОВИЯХ ХОЗЯЙСТВ

Ведищев Сергей Михайлович,

*ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», доктор технических наук, профессор, заведующий кафедры «Агроинженерия»
e-mail: Serg666_65@mail.ru*

Жариков Вадим Сергеевич,

*ФГБНУ «Всероссийский научный исследовательский институт техники и нефтепродуктов», младший научный сотрудник
e-mail: Vadim_688@bk.ru*

Современные молочные фермы обычно оснащены современными системами машинного доения, все же от 33% до 57% всего сельскохозяйственного труда приходится на процесс доения [1]. Это свидетельствует о том, что по-прежнему существует необходимость оптимизации процесса доения.

Машинное доение зависит от взаимодействия физиологической регуляции молокоотдачи и адекватных настроек вакуума и периодов пульсации. Более того, сосковая резина доильного стакана, служащая связующим звеном между молочной железой и технологией доения, должна оптимально подходить к соску. Эта цель достигается только в том случае, если размер и форма сосков не сильно различаются в пределах стада и, таким образом, позволяют выбрать конкретный тип сосковой резины. В целом, необходимо найти подходящий компромисс для поддержания баланса между высокой производительностью доения и низким негативным воздействием на сосок животного [2].

Основные требования к качеству процесса доения животных можно свести к обеспечению высокого уровня полноты выдаивания в течение заданного промежутка времени без каких-либо вредных последствий для организма животного. Для выполнения этих требований необходимо: стимулировать полноценный рефлекс молокоотдачи животного; осуществить своевременное подключение и снятие доильного аппарата; обеспечить соответствие режимов работы доильного аппарата параметрам молокоотдачи в течение всего периода молоковыведения [4,5,6].

В реальных условиях производства выполнение этих требований затрудняется по целому ряду причин: значительное разнообразие морфологических и функциональных свойств вымени животных; отсутствие достаточно объективных методов оценки показателей молокоотдачи; отсутствие количественной оценки отсасывающей способности различных типов доильных аппаратов; низкая эффективность существующих методов адаптации режимных параметров доильных машин к разнообразию функциональных свойств вымени животных [3].

В силу этих причин обеспечение качества процесса доения животных может осуществляться путем подбора животных по их соответствию режимам работы доильного аппарата. Однако, при тщательном селекционном подборе стада процент выбраковки коров на ранних стадиях лактации остается высоким. Кроме того, не удается обеспечить абсолютного соответствия показателей молокоотдачи животных параметрам доильного аппарата [7-9].

В АО «Голицыно» проведен анализ стада по молокоотдаче и продуктивности. На графике (рисунок 1) представлено распределение коров по средней интенсивности молоковыведения.

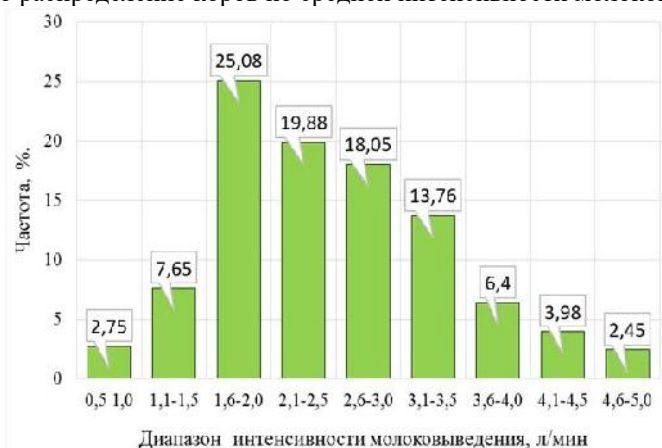


Рисунок 1 – Распределение коров по средней интенсивности молоковыведения

Из анализа рисунка 1 установлено, что доение роботами благотворно сказывается на молокоотдаче. У 65% коров средняя интенсивность молоковыведения превышает 2 л/мин, а у 15 % она выше 3 л/мин.

На рисунке 2 представлен средний суточный удой коров по группам интенсивности молоковыведения.

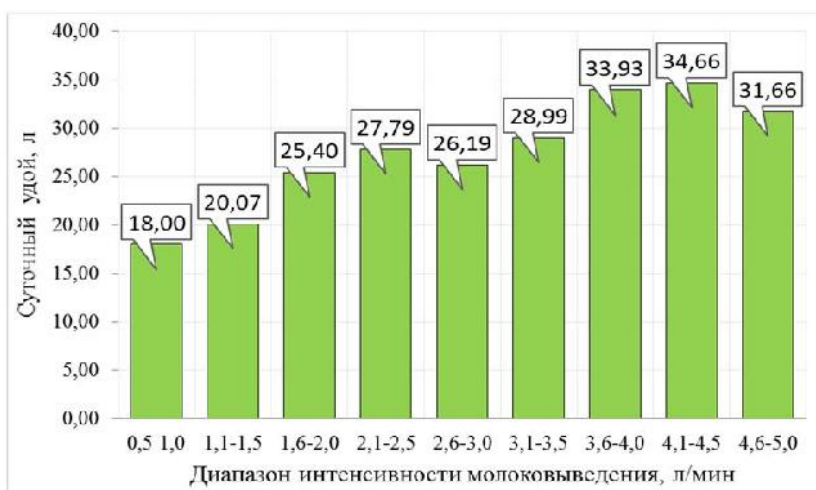


Рисунок 2 – Средний суточный удой коров по группам интенсивности молоковыведения

Из анализа рисунка 2, выявлено, что суточный удой, с увеличением интенсивности молоковыведения до 3,5, повышается и далее находится на уровне 30-35 л.

Коров с интенсивностью молоковыведения менее 1,5 л/мин целесообразно исключить из стада.

На рисунке 3 представлена диаграмма времени молокоотдачи по группам коров.



Рисунок 3 – Среднее время молокоотдачи коров по группам

С увеличением интенсивности молоковыведения время доения коров снижается. У легководных коров последней группы время доения примерно в 3,5 раза меньше, чем у тугодойных первой группы.

При доении таких коров на доильных установках типа «Ёлочка» или «Параллель» все поголовье целесообразно разбить на группы по времени молоковыведения. При этом количество коров в группе должно быть кратным числу скотомест доильной установки. В этом случае производительность доильных установок значительно повышается.

На рисунке 4 представлена диаграмма процентного отношения коров с оптимальным временем доения по группам интенсивности молоковыведения

В зависимости от максимального разового удоя по каждой корове было рассчитано оптимальное время молоковыведения (1) из условия:

$$T_{opt} = 3 + 0,2Q \quad (1)$$

где T_{opt} – оптимальное время молоковыведения, мин;

Q – разовый удой, л.

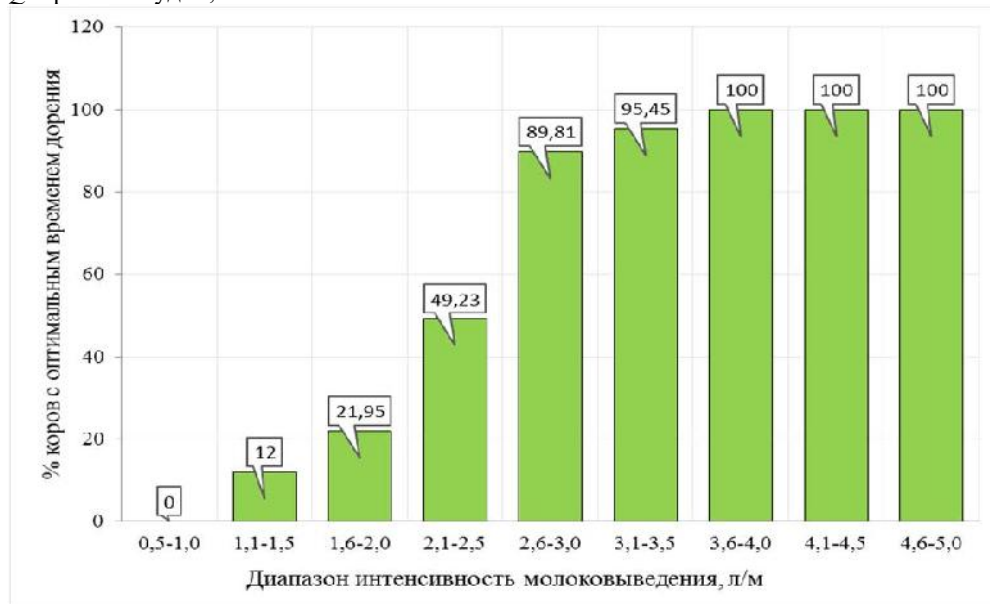
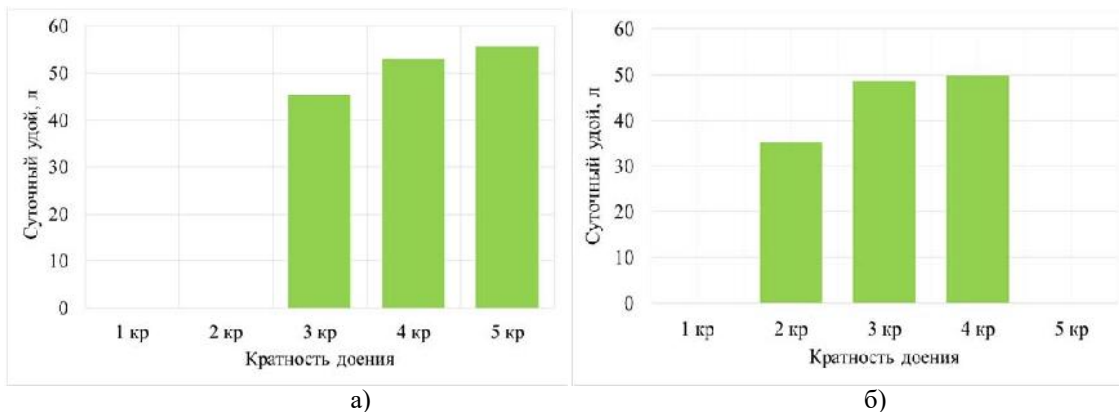


Рисунок 4 – Диаграмма процентного отношения коров с оптимальным временем доения по группам интенсивности молоковыведения

Из рисунка 4 видно, что у коров со средней интенсивностью молоковыведения более 2,5 л/мин доля коров с оптимальным временем доения по группам превышает 80 %, а с интенсивностью молоковыведения более 3,5 л/мин равно 100%.

В процессе оптимизации структуры стада следует стремиться к тому, чтобы средняя интенсивность молоковыведения была выше 2,5 л/мин.

На рисунке 5 представлены диаграммы изменения суточного удоя коров в зависимости от кратности доения с продуктивностью: а) до 60 литров; б) до 50 литров; в) до 40 литров; г) до 30 литров.



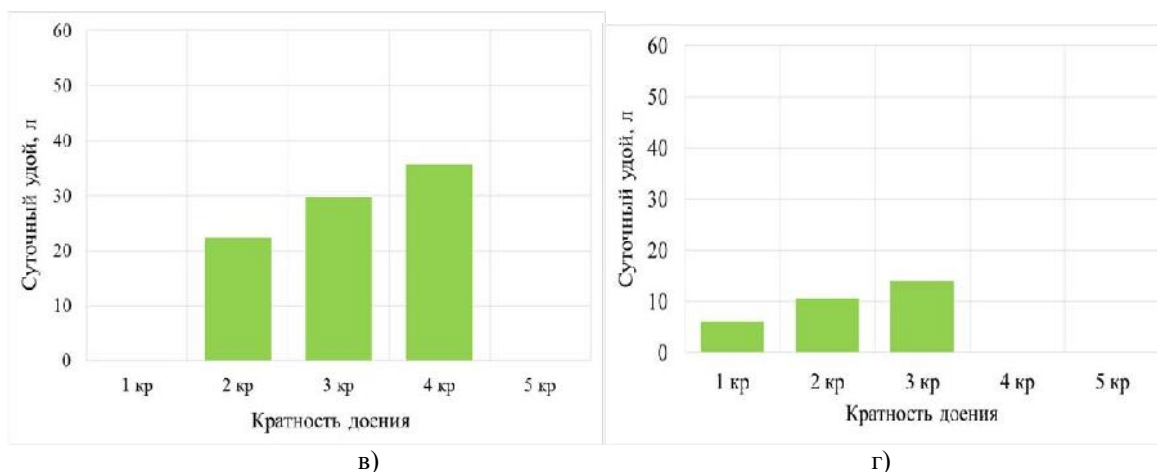


Рисунок 5 - Диаграммы изменения суточного удоя коров в зависимости от кратности доения

Из диаграмм видно, что для высокоудойных коров кратность доения должна быть выше. Для всех коров увеличение кратности доения приводит к увеличению суточного удоя.

Поэтому для коров с суточным удоём до 30 литров достаточно двухразового доения, с удоём до 40 литров – трехразового, до 50 и более литров – четырехразового доения.

Коровы со средней интенсивностью молоковыведения менее 1,5 л/мин следует либо исключать из стада, либо увеличивать кратность доения, в результате которого повысится продуктивность и уменьшится негативное воздействие на сосок. Коровы со средней интенсивностью молоковыведения более 3,5 л/мин целесообразно отнести к элитному племенному ядру и формировать структуру стада на базе этих коров.

Заключение.

Анализ структуры стада по интенсивности молоковыведения показал, что тугодойных коров с интенсивностью молоковыведения до 1,5 л/мин – 9,1%. У 64% коров средняя интенсивность молоковыведения превышает 2 л/мин, а у 27 % она выше 3 л/мин.

Установлено, что суточный удой с увеличением интенсивности молоковыведения до значения 2,0 л/мин повышается и далее находится на уровне 26-30 л/мин.

Время доения коров с увеличением интенсивности молоковыведения снижается. Среднее время доения у тугодойных коров составляет 8,8 мин, а у легкодойных – 3,2 мин. У легкодойных коров время доения примерно в 2,8 раза меньше, чем у тугодойных.

В группах коров с интенсивностью молоковыведения 1,1-1,5; 1,6-2,0 и 2,1-2,5 процентное отношение коров с оптимальным временем доения соответственно равно 12, 22,0 и 21,95. У коров с интенсивностью молоковыведения более 2,5 л/мин доля коров с оптимальным временем доения по группам превышает 90 %, а с интенсивностью молоковыведения более 3,5 л/мин равно 100%.

Проведенные исследования показали, что повышение кратности доения на работах по сравнению с линейной доильной установкой способно обеспечить прибавку объемов произведенного молока по стаду за год примерно на 300 – 330 тонн. Однако нестабильность кратности доения по дням лактации снижает продуктивность коров до 30 литров на корову в месяц.

Список использованных источников

1. Edwards JP, Jago JG and Lopez-Villalobos N 2013. Milking efficiency for grazing dairy cows can be improved by increasing automatic cluster remover thresholds without applying premilking stimulation. *Journal of Dairy Science* 96, 3766–3773.
2. M. Odorčić 1, M. D. Rasmussen 2, C. O. Paulrud 3 and R. M. Bruckmaier Review: Milking machine settings, teat condition and milking efficiency in dairy cows. *The Animal Consortium* 2019 pp s94 – s99.
3. Доровских, В.И. Повышение продуктивности коров за счет обеспечения качества доения / Доровских В.И., Доровских Д.В. // Наука в центральной России. -2017. – Выпуск № 4 (28). –С. 37-43
4. Филиппова, О.Б. К методике физиологической оценки доильного оборудования / Филиппова О.Б., Доровских В.И., Кийко Е.И. // Наука в центральной России. -2014. - Выпуск № 6 (12) – С. 53-60.

5. Доровских В.И., Опыт использования доильных роботов / Доровских В.И., Жариков В.С. // Техника и технологии в животноводстве. -2020. - Выпуск № 2 (38). –С. 19-22
6. Доровских В.И., Исследование влияния кратности доения коров роботами на их продуктивность / Доровских В.И., Жариков В.С. // Наука в центральной России. -2019. - Выпуск № 5 (41). –С. 69-77.
7. Доровских В.И., Исследование качественных показателей использования доильных роботов / Доровских В.И., Жариков В.С. // Наука в центральной России. -2019. - Выпуск № 6 (42). –С. 35-42.
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. Доровских, В. И. Обоснование адаптивного принципа управления процессом доения / В. И. Доровских, Д. В. Доровских // Вестник Всероссийского научно-исследовательского института механизации животноводства. – 2018. – № 3(31). – С. 71-76. – EDN XZNYHZ.

УДК 631.331

68.85.35: Механизация и электрификация в растениеводстве

АНАЛИЗ СИСТЕМ КОНТРОЛЯ ВЫСЕВА СЕМЯН ПРОПАШНЫХ КУЛЬТУР

Ведищев Сергей Михайлович,

*ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», д.т.н., профессор,
зав. кафедрой «Агроинженерия»
e-mail: agro@tstu.ru*

Стрыгин Сергей Петрович,

*ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт использования техники и нефтепродуктов в сельском хозяйстве», к.т.н., ведущий научный сотрудник лаборатории
«Использование машинно-тракторных агрегатов»
e-mail: sew1982@gmail.com*

Пустоваров Никита Юрьевич,

*ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт использования техники и нефтепродуктов в сельском хозяйстве», к.т.н., старший научный сотрудник лаборатории
«Использование машинно-тракторных агрегатов»
e-mail: ntc.agro@yandex.ru*

Ноздрина Анастасия Олеговна,

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

В современном сельском хозяйстве одной из актуальных задач является оптимизация высева, т.к. даже с хорошо подготовленной почвы и при использовании качественного посевного материала есть потери из-за просевов, двойников и поврежденных семян. Эту проблему позволяют устранить системы контроля высева. [1]

Существует множество систем контроля высева, работа которых заключается в сборе информации о работе посевных секций, обработке полученных данных и выводе на монитор текущей информации о посеве. [2]

Общее устройство систем: электронный модуль управления системой высева, состоящий из совокупности датчиков (емкостные, оптические, акустические, пьезокристаллические, электромеханические), фиксирующие данные о скорости движения сеялки, наличии семенного материала и скорости его движения в высевающем канале; управляющего процессора; блока управления приводами рабочих органов сеялки.

Система контроля высева УИ «ФАКТ», рисунок 1, предназначена для прямого контроля высева семян сеялками точного высева для пропашных культур. [3]



1 - корпус монитора; 2 - информационное табло; 3 - кнопка “меню”; 4 - кнопка “плюс”; 5 - кнопка “минус”; 6 - кнопка “информ”; 7 - кнопка “вкл/выкл”; 8 - штекер “12В”; 9 – кабель; 10 - розетка; 11 - вилка; 12 - датчик пути; 13 - датчик высева; 14 – кабель датчика высева; 15 - кабельная разводка по сеялке.

Рисунок 1 - Система контроля высева УИ «ФАКТ»

УИ «ФАКТ» представляет информацию: о норме высева (шт/м) в каждой посевной секции; о проценте двойников и пропусков в каждой посевной секции; о равномерности высева в каждой посевной секции; о распределении семян (% и см) вдоль рядка; о распределении семян (% и см) по всей площади; о времени работы сеялки и засеянной площади поля; о скорости движения агрегата; о результатах самопроверки состояния системы контроля; о достижении нижнего уровня семян и удобрений в одном из бункеров; о выполнении калибровки, т.е. вычисляет и вносит в память процент скольжения приводного колеса сеялки после выполнения опции «калибровка» пути; о результатах посева по каждому высевашающему аппарату сеялки по всей площади поля и суммарно на всей площади поля.

Система контроля «Дарина-У», рисунок 2, контролирует весь процесс высева.



Рисунок 2 - Система контроля «Дарина-У»

Во время работы сеялки СКВС информирует оператора о высеве или отсутствии высева, отображая высев в данный момент шт. на метр в каждом высевашающем аппарате, так же информирует механизатора об отклонениях от нормы высева в большую или меньшую сторону. Контролирует скорость высева и при отклонениях скорости в большую или меньшую сторону сигнализирует механизатору. СКВС контролирует засеянную площадь. Контролирует пройденный путь сеялкой и количество оборотов опорно-приводного колеса сеялки. [4]

Основная функция системы «СКИФ», рисунок 3, обеспечивающая снижение просевов - это контроль пролета посевного материала к сошникам. [5]

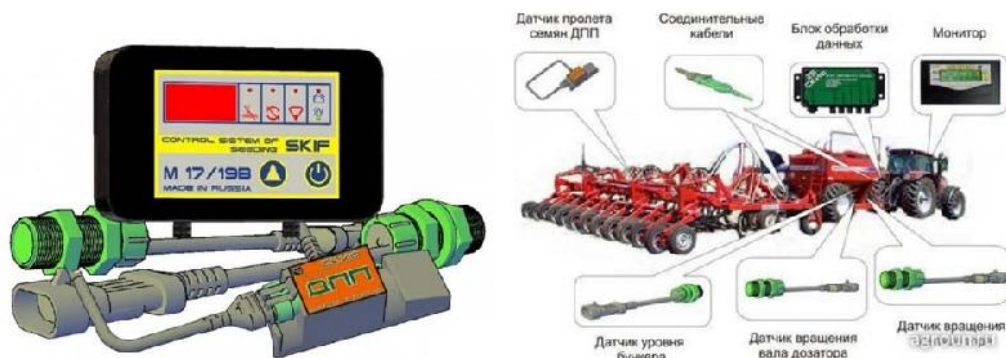
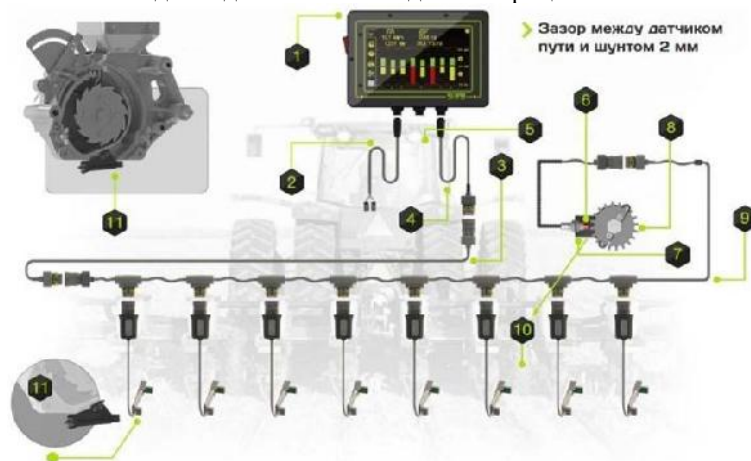


Рисунок 3 - Система контроля высева СКИФ

Системы контроля посевного комплекса «СКИФ» в зависимости от модификации контролируют и предоставляют оператору информацию: об отсутствии вращения вала высевного агрегата; о снижении уровня посевного материала и/или удобрений в бункерах сеялки; о номере опрашиваемого датчика пролета семян; о номере неисправного датчика пролета семян; о номере «забывшегося» сошника; об относительном потоке семян/удобрений в каждом семяпроводе; скорость вращения одного или двух вентиляторов; количество отработанных моточасов в режиме «высев»; о снижении напряжения (или неустойчивой цепи) в бортовой сети трактора. [6]

Система контроля «Record», рисунок 4, предоставляет такую информацию: количество «двойников», %; наличие «пропусков», %; количество шт./п.м.; количество зерен по каждому ряду; засеянную площадь (га); время работы в пределах каждого отдельного поля; скорость движения при севе, км/ч. [7]

В рассматриваемых системах отсутствует функция определения поврежденных семян в общем посевном материале. Так же подсчет двойников выводится в процентном отношении к общей массе.



- 1 – панель; 2 – кабель питания; 3 – кабель связи; 4 – кабель панели высева; 5 – место крепления; 6 – датчик пути; 7 – кронштейн; 8 –шунт датчика пути; 9 – кабель рамы; 10 – место установки шунта; 11 – датчик высева.

Рисунок 4 - Система контроля высева семян «Record»

В целях повышения качества высева семян необходима разработка систем контроля, которые позволяют наглядно увидеть пропуски и двойники во время работы посевного агрегата, так же определять поврежденные семена, что значительно увеличит функциональность используемых систем контроля высева. Полученные данные обеспечат более детальную информацию о посеве. С помощью полученных данных о двойниках и пропусках можно будет, путем устранения неполадок на месте (в поле), улучшить качество высева. [8, 9, 10]

Перспективой развития систем контроля высева семян является электрификация сеялок точного высева с последующей разработкой систем управления высевом с обратной связью.

Список используемых источников

1. Завражнов, А.И. Модернизированная система контроля высева семян / А.И. Завражнов, А.В. Балашов, С.П. Стрыгин, А.В. Крищенко, Н.Ю. Пустоваров // Наука в Центральной России. - 2019. - № 2. - С. 53 - 60.

2. Балашов, А.В. Исследование контролируемого гнездового посева семян сои / А.В. Балашов, С.П. Стрыгин, А.А. Синельников, Н.Ю. Пустоваров, С.Г. Хайруллина // Наука в Центральной России. - 2017. - № 6. - С. 6 - 17.
3. Устройство информационное ФАКТ (Нива 23) [Электронный ресурс] / Режим доступа: agroun.ru (дата обращения: 24.02.2022).
4. Система контроля высева Дарина-У [Электронный ресурс] / Режим доступа: agrovse.ru (дата обращения: 24.02.2022).
5. Обзор систем контроля высева СКИФ [Электронный ресурс] / Режим доступа: agrovse.ru (дата обращения: 24.02.2022).
6. Системы контроля высева [Электронный ресурс] / Режим доступа: radianzavod.ru (дата обращения: 25.02.2022).
7. Система контроля высева семян RECORD для сеялок Planter [Электронный ресурс] / Режим доступа: agro-liga.com (дата обращения: 25.02.2022).
8. Завражнов, А.И. Результаты исследования высевающего аппарата механической сеялки для посева семян сои гнездовым способом / А.И. Завражнов, А.В. Балашов, С.П. Стрыгин, Н.Ю. Пустоваров // Наука в Центральной России. - 2022. - № 1. - С. 13 - 19.
9. 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.
10. Глазков, Ю. Е. Применение цифровых технологий при планировании работы тракторного 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.

УДК 636.034

68.39.15: Корма и кормление сельскохозяйственных животных

ФИТОНЦИДНЫЕ И СТИМУЛИРУЮЩИЕ СВОЙСТВА ФИТОДОБАВКИ ДЛЯ ТЕЛЯТ

Филиппова Ольга Борисовна,

*ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт использования техники и нефтепродуктов в сельском хозяйстве», доктор биол. наук, гл. научный сотрудник
e-mail: filippova175@yandex.ru*

Фролов Александр Иванович,

ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт использования техники и нефтепродуктов в сельском хозяйстве», кандидат с.-х. наук, ведущий научный сотрудник

Бетин Александр Николаевич,

ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт использования техники и нефтепродуктов в сельском хозяйстве», кандидат с.-х. наук, ведущий научный сотрудник

Современные интенсивные технологии в молочном скотоводстве, применяемые на промышленных фермах, предполагают высокий уровень механизации всех производственных звеньев, что уменьшает возможности индивидуального обслуживания животных. Проблема заключается в том, что даже незначительные нарушения технологии кормления и содержания провоцируют возникновение заболеваний у молодняка. Главным образом, отмечают высокий уровень незаразных болезней желудочно-кишечного тракта у телят молочного возраста, что связано с природным несовершенством иммунной и пищеварительной систем. Развитие естественной защиты организма телят происходит в течение первых недель после рождения, а формирование желудочно-кишечного тракта, характерного для жвачных животных, – в течение нескольких месяцев.

Для решения данных проблем в ветеринарной практике используются иммуномодулирующие препараты на основе компонентов естественного происхождения, в том числе растений с доказанной лекарственной эффективностью [1]. Терапевтическое действие лекарственных растений обусловлено наличием в них различных, сложных по своему составу активно действующих веществ, которые представляют собой метаболиты и синтезируются самими растениями из неорганических веществ почвы, воды, углекислого газа, воздуха, под влиянием световой энергии и накапливаются в его определенных органах. Биологически активные вещества растений успешно обеспечивают профилактику нарушений функции желудочно-кишечного тракта и поддержание на оптимальном уровне кишечного бактериоценоза. В частности, флавоноиды растений оказывают противовоспалительное действие на организм животных. Полисахариды и иридоиды стимулируют фагоцитоз и бактерицидную функцию клеток иммунной системы. Гликозиды и горечи усиливают желчеобразование, уменьшают процессы брожения в пищеварительном тракте, улучшают аппетит. Азулены обладают противовоспалительным и бактериостатическим свойствами. Дубильные вещества и каротин улучшают работу антиоксидантной системы печени, оказывают бактерицидное, противовоспалительное и вяжущее воздействие. Терпеноиды – циклические углеводороды со специфическим ароматическим запахом – обладают противомикробным действием. Сесквитерпеновые лактоны обладают антифидантной (отпугивают насекомых), фунгицидной и противоопухолевой активностью [2]. Благодаря наличию таких биологически активных веществ растения оказывают благоприятное физиологическое действие на организм животных – повышают аппетит, способствуют усвоению корма и увеличению прироста, стимулируют развитие иммунной системы [3, 4, 11].

Особое место среди растительных метаболитов занимают вещества, выделенные в отдельную группу – фитонцидов. Фитонциды являются фактором естественного иммунитета растений, позволяющим обезвреживать себя при повреждении своих растительных тканей от действия вредителей (насекомых и микроорганизмов). Летучие фитонциды способны оказывать своё действие на расстоянии, например антимикробное действие фитонцидов чеснока, лука, хрена, красного перца способно убивать многие виды простейших, бактерий и низших грибов в течение нескольких минут и даже секунд [5, 6, 10].

Материал и методы исследований. Для повышения резистентности и продуктивности молодняка крупного рогатого скота был разработан рецепт кормовой фитодобавки – комплекс из лекарственных дикорастущих и культурных кормовых растений, произрастающих в ЦЧЗ. Основное назначение фитодобавки – профилактика расстройств желудочно-кишечных заболеваний у телят. В рецепт были включены 2 вида кормовых и 9 дикорастущих лекарственных растений. В таблице 1 представлен краткий перечень свойств лекарственных растений, включенных в состав фитодобавки, применяющихся в ветеринарии и медицине.

Таблица 1

Рецепт фитодобавки, перечень биологически активных веществ в растениях и их физиологическое действие на организм животных

Название растения, используемая часть	%	Биохимический состав (преобладающие компоненты)	Физиологическое действие
Полынь обыкновенная (<i>Artemisia vulgaris L.</i>), соцветия	5	терпеноиды (цинеол, борнеол, туйон), алкалоиды, флавоноиды, полисахариды, сесквитерпеновые лактоны, горькие гликозиды (абсинтин и др.)	противогрибковое, антимикробное, стимулирующее пищеварение и аппетит
Пижма обыкновенная (<i>Tanacetum vulgare L.</i>), соцветия	2	горечи (танацетин), терпеноиды (борнеол, камфора, туйон, пинен), витамины (С), флавоноиды (кверцетин, лютеолин, изорамнетин, космосиин, тилиантин), дубильные вещества, каротиноиды	антимикробное, антигельминтное, желчегонное, стимулирующее пищеварение и аппетит
Зверобой продырявленный (<i>Hypericum perforatum L.</i>), наземная часть	2	терпеноид цинеол, дубильные вещества до 13%, флавоноиды (кверцитрин, изокверцитрин, кверцетин), азулен, каротиноиды, витамины (В ₄ , РР и С)	антимикробное, вяжущее, противовоспалительное
Ромашка аптечная (<i>Matricaria recutita L.</i>), соцветия	1	сесквитерпены (кадинен, α-бисаболол), хамазулен до 14%, органические кислоты, флавоноиды, гликозид диоксикумарин, слизи, камеди, витамины (С, В ₁ , В ₂ , В ₄)	спазмолитическое, противовоспалительное, антимикробное, желчегонное
Тысячелистник обыкновенный (<i>Tanacetum vulgare L.</i>) наземная часть	2	каротин, дубильные вещества, горечи (ахиллин), сесквитерпеноиды (проазулен, ахиллин), терпеноиды (камфора, туйол, цинеол, пинен, борнеол), флавоноиды	противовоспалительное, желчегонное, антимикробное

Подорожник большой (<i>Plantago major L.</i>), листья	6	сорбит, пектиновые вещества до 20%, полисахариды (пектовая кислота, галактоарабан, галактан), гликозид аукубин до 0,4%, горечи, дубильные вещества, флавоноиды, органические кислоты	противовоспалительное, спазмолитическое, ранозаживляющее, антимикробное, адсорбирующее (сорбит)
Береза повислая (<i>Betula pendula L.</i>), листья	5	сесквитерпены (бетулол до 47%, бетулен), тритерпеноид бетулин, флавоноиды до 5,6% (гиперозид, рутин, авикулярин), дубильные вещества до 9%, витамин С до 2,8%, каротиноиды	желчегонное, противовоспалительное, антивирусное, антимикробное, противогельминтное
Горец птичий (<i>Polygonum aviculare L.</i>), наземная часть	7	дубильные вещества до 4,8%, флавоноиды до 9,4%, каротин	антимикробное, вяжущее, иммуномодулирующее
Крапива двудомная (<i>Urtica dioica L.</i>), листья	10	каротиноиды, витамины (С, К, В ₁ , В ₂), дубильные вещества до 3,2%, гликозид уртицин, флавоноиды до 2%, органические кислоты, алкалоиды до 0,3% (никотин и др.)	противовоспалительное, антимикробное, желчегонное, повышающее аппетит
Люцерна синяя (<i>Medicago sativa L.</i>), вся наземная часть	30	витамины (А, С, РР, В ₇ , В ₉ , В ₅), ненасыщенные жирные кислоты, танины, аминокислоты, макроэлементы (Fe, P, Ca)	противовоспалительное, способствующее очистке кишечника
Эспарцет посевной (<i>Onobrychis viciifolia L.</i>), наземная часть	30	флавоноиды, жирные масла до 8%, каротиноиды, витамины (С и Р)	иммуномодулирующее, способствующее очистке кишечника

Наибольшей антимикробной активностью обладают зверобой, тысячелистник, подорожник большой, горец птичий, пижма обыкновенная. Сорбит, содержащийся в подорожнике, придает растению сладкий вкус, оказывает адсорбирующее действие в кишечнике, эффективно и мягко связывает воду вместе с вредными веществами, не повреждая слизистую оболочку. Культурные растения – люцерна синяя и эспарцет посевной – послужили не только основой кормовой добавки, но и источником аминокислот, витаминов (ниацин, биотин, фолиевая, аскорбиновая и пантотеновая кислоты) и макроэлементов (железо, фосфор, кальций). Кроме того, люцерна и эспарцет способствуют очистке желудочно-кишечного тракта и печени, обладают противомикробными свойствами, усиливают фагоцитоз. Таким образом, физиологическое влияние перечисленных веществ в составе использованных растений на животных связано с улучшением пищеварительных процессов, статическим (цидным) действием на патогенную и условно патогенную микрофлору.

В соответствии с требованиями по организации опытов на базе одной из ферм Тамбовской области был проведен научно-хозяйственный эксперимент на двух группах телят черно-пестрой породы. Телята контрольной группы получали только основной рацион (цельное молоко или его заменитель), по потребности – грубые (сено, сенаж) и концентрированные (КР-1) корма, а животным опытной группы кроме основного рациона ежедневно скармливали подготовленную добавку в количестве 0,15 г/кг живой массы. При этом с 3-х до 30-суточного возраста ее вводили в молоко, а затем до 60-суточного возраста – в концентрированные корма.

Учетный период длился 120 суток, в течение которого за животными вели клинические наблюдения, регистрировали заболеваемость, потребление кормов, динамику изменений живой массы. Был исследован видовой состав микробиоты пищеварительного тракта телят.

Активность фитонцидов кормовой фитодобавки была проверена в лабораторном эксперименте по методике Б.П Токина [7]. Метод основан на высеве продукта или разведения навески продукта в питательную среду, последующем инкубировании посевов при 37°С в течение 24-48 часов, подсчете всех выросших видимых колоний. Ход эксперимента: в стеклянной колбе ёмкостью 0,5 л в нестерильных условиях (без предохранения от бактерий) подвесили на крючке, протетом сквозь пробку, несколько граммов сырого мяса птицы. На дно колбы поместили фитодобавку (источник фитонцидов). Контролем служило мясо, находившееся в такой же посуде, но не подвергавшееся действию летучих фитонцидов (рис.1 и 2). Температура воздуха во время эксперимента была одинаковая (20-24 °С). Колбы были плотно закрыты, чтобы предотвратить попадание из воздуха новых бактерий.

Результаты исследований. На 10-е сутки в колбе без добавки (контрольной) на поверхности мяса появилась обильная слизь, на дне скопились капли влаги. На мясе, находившемся в среде летучих фитонцидов смеси растений (опытная колба), через 10 суток не наблюдалось признаков слизи. Оно имело естественный цвет, присущий подвяленному мясу. Через 40 суток был проведен анализ образцов на определение количества мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов (КМАФАнМ). Результаты показали, что после инкубации посевов КМАФАнМ в опытном и кон-

трольном образцах существенно различалось – $2,6 \cdot 10^7$ КОЕ/г против $1,4 \cdot 10^8$ КОЕ/г соответственно, разница составила 81,4%.

На 10-е сутки в колбе без фитодобавки (контрольной) на поверхности мяса появилась обильная слизь, на дне скопились капли влаги. На мясе, находившемся в среде летучих фитонцидов смеси растений (опытная колба), через 10 суток не наблюдалось признаков слизи. Оно имело естественный цвет, присущий подвяленному мясу.



Рисунок 1– Вид образцов мяса в начале опыта

Через 40 суток был проведен анализ образцов на определение количества мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов (КМАФАнМ). Метод основан на высеве продукта или разведения навески продукта в питательную среду, последующем инкубировании посевов при 37°C в течение 24-48 часов, подсчете всех выросших видимых колоний и считается наиболее распространенным тестом на микробную безопасность.



Рисунок 2 – Вид образцов мяса через 40 суток экспозиции

Последующий микробиологический анализ показал, что количество КМАФАнМ в опытном образце было существенно меньше, чем в контрольном – на 18,6% (в 5,4 раза), и составило $2,6 \cdot 10^7$ КОЕ/г против $1,4 \cdot 10^8$ КОЕ/г соответственно. Увеличение КМАФАнМ в контрольном образце связано с естественным размножением микроорганизмов, находящихся на поверхности сырого мяса, в числе которых могут оказаться патогенные, вызывающие заболевания животных.

Основное назначение фитодобавки – профилактика возникновения заболеваний у телят, вызванных, в том числе, микробиогическим дисбалансом в кишечнике. На 9-е сутки выращивания в контрольной группе у трех телят были зафиксированы признаки диареи. Продолжительность болезни животных в среднем составила 6 дней. В группе опытных животных отмечен один случай диареи с 3-х дневной продолжительностью болезни.

Микробиота желудочно-кишечного тракта крупного рогатого скота в норме представляет собой сложную ассоциацию, состоящую преимущественно из анаэробных микроорганизмов, а также аэробных и факультативно анаэробных бактерий. Известно, что нормальная (полезная) микрофлора, главным образом, преобладающие в ней бифидобактерии, лактобактерии и энтерококки, продуцируя уксусную и молочную кислоты, оказывает сдерживающее влияние на размножение условно-патогенных микроорганизмов, стимулирует иммунную систему, принимает участие в реакциях метаболизма. Основной механизм подавления патогенной микрофлоры – избирательное связывание нормальной мик-

рофлорой поверхностных эпителиальных рецепторов клеток. Нормальная микрофлора – неспецифический стимулятор («раздражитель») иммунной системы, отсутствие нормального микробного биоценоза вызывает многочисленные нарушения в иммунной системе [8, 9].

Таблица 2

Результаты микробиологического исследования фекалий телят

Виды микроорганизмов, КОЕ/г	Норма [8, 9]	Группа	
		контрольная	опытная
Бифидобактерии	10^9-10^{10}	$<10^9$	10^{10}
Лактобактерии	10^5-10^7	10^6	10^6
Энтерококки	$\leq 10^8$	-	10^4
Клостридии	10^4-10^5	-	-
<i>E. coli</i> типичные лактозопозитивные	10^7-10^8	10^4	10^8
<i>E. coli</i> лактозонегативные	$< 10^5$	-	-
<i>E. coli</i> гемолитические	0	-	-
Стафилококк сапрофитный, эпидермальный	$\leq 10^4$	-	-
Стафилококк золотистый	0	-	-
Дрожжеподобные грибы рода <i>Candida</i>	$\leq 10^3$	-	-
Плесневые грибы	$\leq 10^2$	10^5	10^2
Не ферментирующие бактерии: <i>Pseudomonas, Acinetobacter</i>	$\leq 10^3$	-	-
Сальмонеллы и другие патогенные бактерии	0	-	-

В таблице 2 представлены результаты исследований образцов кала животных. Содержание анаэробных бифидобактерий (представителей полезной микрофлоры) в образцах кала, взятых от опытных животных, было в пределах нормы – 10^{10} КОЕ/г, а в образцах от контрольных телят – менее 10^9 КОЕ/г. Содержание лактобактерий во всех образцах было в нормальных пределах. Энтерококков в опытных образцах содержалось ниже нормы на порядок. В контрольных образцах энтерококки вообще не обнаружены. Количество другого представителя нормальной микрофлоры – кишечной палочки (*Escherichia coli*) – в опытных образцах находилось в пределах нормы (10^8 КОЕ/г), а в контрольных – на 3 порядка меньше нижней границы нормы (10^4 КОЕ/г). Содержание плесневых грибов в опытных образцах было минимально и соответствовало порогу чувствительности метода (10^2 КОЕ/г), а в контрольных – на 3 порядка выше (10^5 КОЕ/г), что могло послужить причиной расстройства пищеварения у телят. Прочие условно-патогенные бактерии: клостридии, энтеробактерии, стафилококки, не ферментирующие глюкозу бактерии, а также патогенные бактерии в опытных и контрольных образцах фекалий не обнаружены.

Выводы. Таким образом, экспериментально установлено, что кормовая фитодобавка фитодобавка из кормовых и лекарственных растений обладает фитонцидным воздействием на микроорганизмы, значительно (в 5,4 раза) сокращая их способность к размножению и образованию колоний. Введение фитодобавки в молоко перед выпойкой телятам способствовало нейтрализации присутствующих в нем условно-патогенных микроорганизмов за счет фитонцидов и других биологически активных антибактериальных веществ лекарственных растений. При этом состав микробиоты кишечника телят опытной группы был оптимальным, что снизило появление предпосылок для расстройства пищеварения. Микробиологические исследования образцов фекалий показали, что скармливание растительной добавки в 10 раз повысило количество представителей полезной микрофлоры в кишечнике и на 3 порядка уменьшило содержание плесневых грибов в сравнении с образцами фекалий от животных контрольной группы.

Список использованных источников

1. Авакянц Б.М., Коробов А.В., Шретер А.И. Сравнительная оценка различных методов лечения диспепсии телят // Новое в диагностике, лечении и профилактике болезней животных. – М., 1996. – С. 31-33.
2. Машковский М.Д. Лекарственные средства. 14-е изд., перераб., испр. и доп. – М.: ООО «Издательство Новая волна», 2002. – 540 с.
3. Вязенен Г.Н. Влияние скармливания кормовых добавок лактирующим коровам при раздое на продуктивность // Главный зоотехник. – 2015. – № 4. – С. 27-33.
4. Фитокомплекс с биокомплексами микроэлементов в рационах коров транзитного периода / А.И. Фролов, О.Б. Филиппова, Р.К. Милушев, В.Ю. Лобков, Н.Г. Ярлыков // Вестник АПК Верхневолжья. – 2016. – № 4(36). – С. 33-42.

5. Панин А.Н., Комаров А.А. Приоритетные задачи в обеспечении безопасности продовольствия // Комбикорма. – 2004. – № 1. – С. 47-48.
6. Бураев М.Э., Котомцев В.В. Реакция системы крови крупного рогатого скота при введении в рацион лекарственных растений и сорбента БШ в техногенной по фтору зоне // Аграрный вестник Урала. – 2010. – № 11-2 (77). – С. 11-12.
7. Токин Б.П. Целебные яды растений. Повесть о фитонцидах. Изд. 3-е, испр. и доп. – Л.: Издательство Ленинградского университета, 1980. – 280 с.
8. Колычев Н.М., Госманов Р.Г. Ветеринарная микробиология и микология. – М. : Лань, 2014. – 624 с.
9. Петровская В.Г., Марко О.П. Микрофлора человека в норме и патологии. – М. : Медицина, 1976. – 230 с.
10. 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.
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.

УДК 631.362

68.35.71: Продукция растениеводства, ее первичная обработка и хранение

ОСОБЕННОСТИ ПОСЛЕУБОРОЧНОЙ ПОДРАБОТКИ ЗЕРНА В ИРАКЕ

Анашкин Александр Витальевич,

*ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт использования техники и нефтепродуктов в сельском хозяйстве», д.т.н., главный научный сотрудник лаборатории управления качеством технологических процессов в сельском хозяйстве
e-mail: av-anashkin@mail.ru*

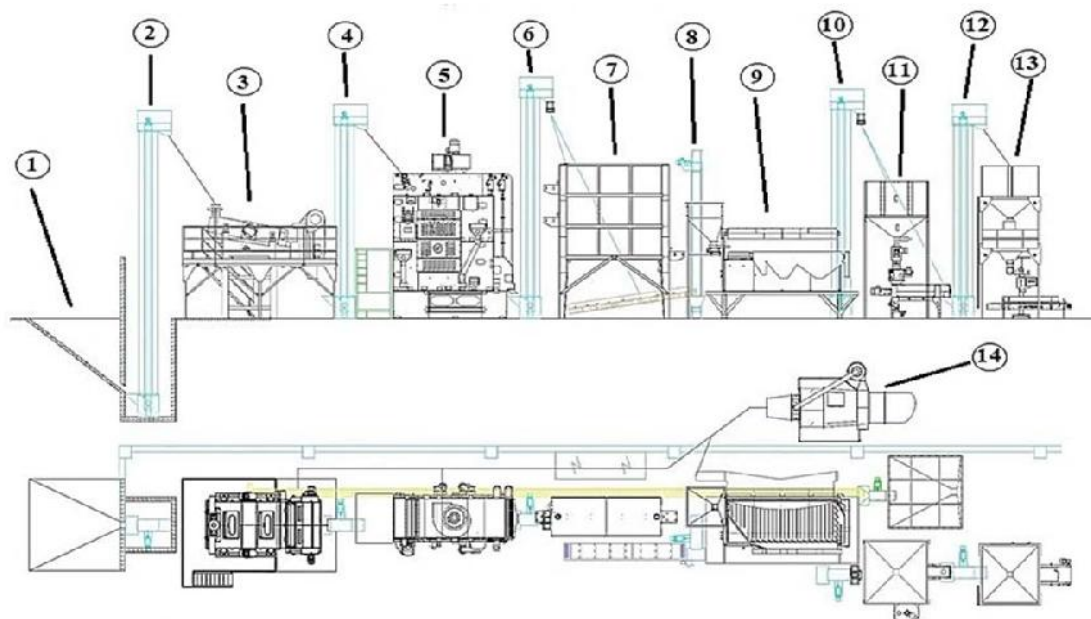
Альшинайин Хайдер Джамил Джабер,

*ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт использования техники и нефтепродуктов в сельском хозяйстве», младший научный сотрудник лаборатории управления качеством технологических процессов в сельском хозяйстве
e-mail: haiderjsh2000@yahoo.com*

Основными зерновыми культурами, выращиваемыми в Ираке, являются пшеница (около 70 % от общего количества) и ячмень (около 16,5 %) [1, 2]. Рассматривая специфику применения зерноочистительных машин в республике Ирак, необходимо учитывать, что сельское хозяйство этого государства в связи с затяжным военным конфликтом, экономической блокадой и прочими геополитическими событиями последние два десятилетия находится в глубоком кризисе. В связи с этим, модернизация парка сельскохозяйственной техники, в том числе машин для очистки зерна, не проводилась на протяжении длительного периода. Используемая в Ираке техника, в основном, представлена довоенными моделями (выпуска конца 80-х – начала 90-х гг. прошлого века). В связи с этим, существует необходимость замены устаревшей техники более совершенными моделями, зарекомендовавшими себя на мировом рынке.

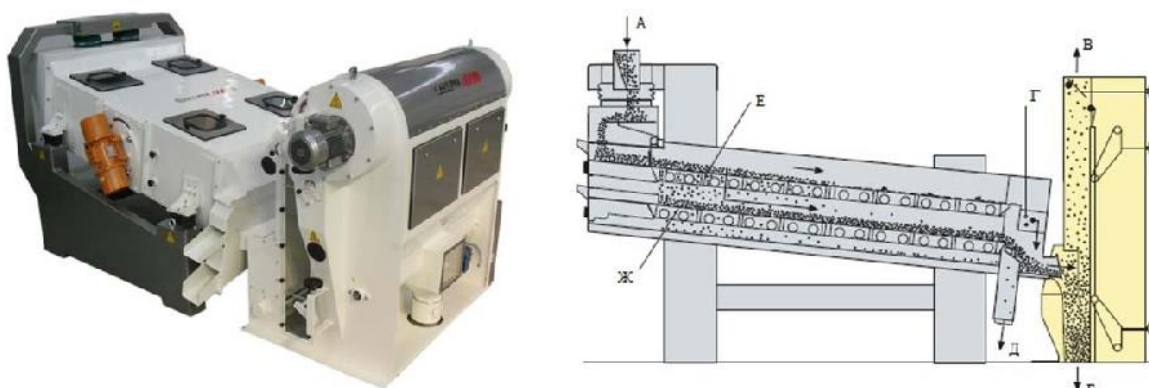
Собственного производства зерноочистительной техники и оборудования в Ираке нет, поэтому модернизация зерноочистительной отрасли происходит за счет привлечения иностранных технологий. Одна из наиболее распространенных технологий очистки зерна, внедряемых в Ираке в настоящее время, представляет собой линии очистки зерна от турецкой компании Akuurek Technology. Оборудование этой фирмы используется зерноочистительными заводами с различными производственными мощностями. Весь процесс очистки зерна можно разделить на три этапа в зависимости от цели, для которой будет использовано зерно: предварительная очистки зерна, первичная очистки зерна, вторичная очистки зерна. Эти этапы включают в себя различные методы и способы очистки зерна.

На рисунке 1 показаны технологические этапы линии очистки семян от компании Akuurek производительностью 10 т/ч, от приема зерна до упаковки в мешки для хранения.



1 – загрузочная яма, 2, 4, 6, 8, 10, 12 – нория зерновая, 3 – сепаратор виброрешетный C.SAS-013 + аспиратор с рециркуляцией воздуха, 5 – очиститель (excell 208 turbo fine cleaner), 7 – триерный блок, 9 – гравитационный сепаратор, 11 – машина для химической обработки STL022, 13 – электронный блок упаковки, 14 – циклон
Рисунок 1 – Схема линии очистки зерна компании Акюрек

Зерновой ворох, поступающий с поля, выгружается в завальную яму 1, что является первым шагом в очистительных линиях. После этого зерносмесь с помощью зерновой нории 2 подается в сепаратор виброрешетный C.SAS-013, который отделяет крупные примеси, камни и стебли растений, попавшие в зерновой ворох. Общий вид вибрационного сепаратора и его конструктивно-технологическая схема представлены на рисунке 2.



А – ввод зерносмеси, Б – выход зерносмеси, В – подключение аспирации, Г – выходной лоток крупной примеси, Д – выходной лоток мелкой примеси, Е – верхние сита (большого размера), Ж – нижние сита (меньшего размера)

Рисунок 2 – Вибрационный сепаратор C.SAS-013 и аспиратор с рециркуляцией воздуха АРА-150

Сепаратор представляет собой машину предварительной очистки и состоит из камнеуловителя, двух уровней решет, отделяющих крупные и мелкие примеси, и аспиратора с рециркуляцией воздуха для отделения основной части легких примесей.

После этого зерновой материал с помощью нории 4 загружается в многоуровневую воздушно-решетную зерноочистительную машину первичной очистки «Excell 208 turbo fine cleaner» 5, которая содержит 8 решет общей площадью 24 м², рисунок 3.

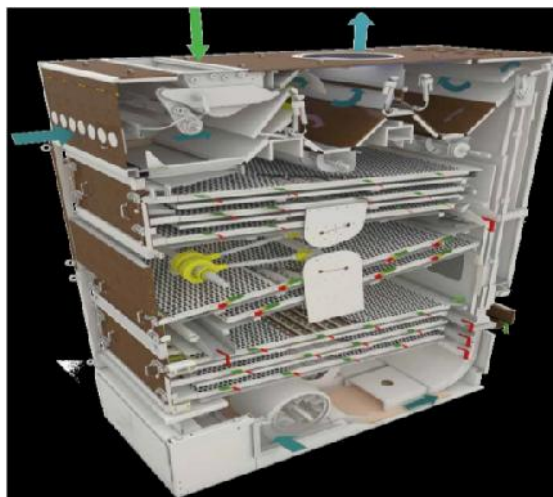


Рисунок 3 – Excell 208 turbo fine cleaner

Машина выполнена в закрытом корпусе и имеет систему аспирации, содержащую один вытяжной вентилятор в верхней части машины и два напорных вентилятора снизу. Качество пневмосепарации и решетной очистки зерносмеси регулируется скоростью вращения вентиляторов и величиной подачи зерна в машину.

На выходе из «Excell 208 turbo fine cleaner» зерно получается достаточно чистым, но еще содержит помимо основной культуры трудноотделимые примеси. Это короткие и длинные сорные примеси, колотые и щуплые зерна основной культуры.

Для их выделения зерносмесь подается норией 6 (рисунок 1) на триерный блок 7, общий вид и принцип работы которого представлены на рисунке 4.

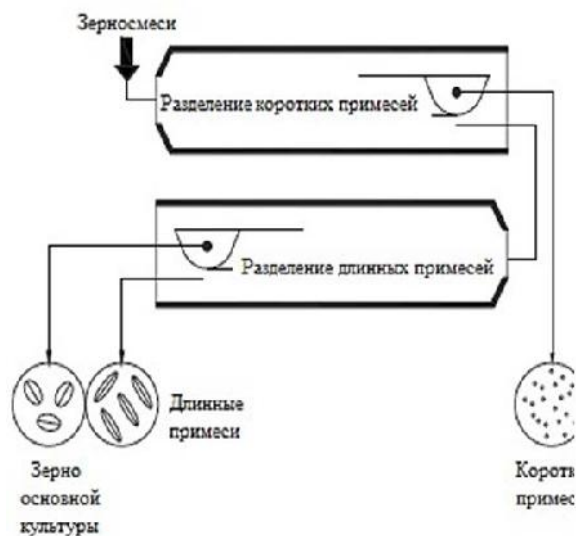


Рисунок 4 – Триерный блок ICSLS 10020

Триерный блок ICSLS 10020 содержит два ячеистых цилиндра, расположенных один над другим. Сверху находится кукольный триерный цилиндр для выделения коротких примесей, снизу – овсюжный цилиндр, выделяющий в приемный желоб основную культуру, очищая ее от длинных примесей, которые сходом выводятся из цилиндра. Управление качеством триерной очистки осуществляется регулировкой скорости вращения цилиндров, углового положения приемного желоба и величины подачи зерносмеси.

Комплектация одноканального триерного блока отдельной зерновой норией исключает ряд недостатков использования триерной очистки в многоканальных технологиях подработки зерна и семян [3-7], связанных с отсутствием эффективных средств управления массовыми потоками. Однако несоответствие технологических возможностей кукольного и овсюжного цилиндров [8-14] оказывает негативное влияние на качество триерной очистки.

После триерной очистки зерно подается норией 8 (рисунок 1) на гравитационный сепаратор 9, который используется для сортировки материала в зависимости от плотности зерновок.

Триерная и гравитационная очистка применяются при подготовке семян, что позволяет обеспечить их высокие показатели по чистоте и всхожести. После этого нория 10 подает семена в машину для химической обработки STL022 и далее на блок упаковки, имеющий электронное управление.

Упаковка семян производится в мешки массой от 5 до 50 кг в зависимости от вида семян, после чего они отправляются на хранение.

Для исключения вредного воздействия пыли на обслуживающий персонал все технологические машины подключены к циклону 14 единой системы аспирации с помощью герметичных металлических труб.

Список использованных источников

1. FAO Cereal Supply and Demand Brief [Электронный ресурс] – <http://www.fao.org/worldfoodsituation/csdb/en>.
2. Производство продукции растениеводства в Ираке [Электронный ресурс] - <https://knoema.ru/atlas/Ирак/topics/Сельское-хозяйство/Продукция-растениеводства>
3. Тишанинов Н.П., Анашкин А.В. Модернизация технологий подработки зерна на базе средств управления массовыми потоками // Наука в центральной России. – 2014. – № 2 (8). – С. 35-41.
4. Тишанинов Н.П., Анашкин А.В. Теоретические предпосылки поиска резервов управления процессами триерной очистки зерносмесей // Наука в центральной России. – 2014. – № 6 (12). – С. 28-38.
5. Тишанинов Н.П., Анашкин А.В. Новые резервы управления качеством очистки зерна / В сборнике: Научно-технический прогресс в сельскохозяйственном производстве. Материалы Международной научно-технической конференции: в 3-х томах. – 2014. – С. 266-272.
6. Тишанинов Н.П., Анашкин А.В. Повышение технологических возможностей кукольного цилиндра триерного блока // Наука в центральной России. – 2015. – № 1 (13). – С. 58-65.
7. Тишанинов Н.П., Анашкин А.В. Многоканальные делители потока зерна // Сельский механизатор. – 2015. – № 8. – С. 40.
8. Тишанинов Н.П., Анашкин А.В. Средства управления опережением подачи зерносмеси в триерные блоки // Наука в центральной России. – 2015. – № 1 (13). – С. 28-37.
9. Тишанинов Н.П., Анашкин А.В. Модернизация триерного блока // Сельский механизатор. – 2015. – № 11. – С. 14-15.
10. Тишанинов Н.П., Анашкин А.В. Анализ способов управления качеством триерной очистки зерносмесей // Наука в центральной России. – 2017. – № 4 (28). – С. 88-94.
11. Патент на изобретение RU 2567154 С1. ТРИЕР. Тишанинов Н.П., Анашкин А.В., Тишанинов К.Н. Опубл.: 10.11.2015. Заявка № 2014142305/13 от 20.10.2014.
12. Патент на изобретение RU 2564883 С1. ТРИЕР. Тишанинов Н.П., Анашкин А.В., Тишанинов К.Н. Опубл.: 10.10.2015. Заявка № 2014132318/13 от 05.08.2014.
13. 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.
14. Капустин, В. П. Технологическое обслуживание сельскохозяйственных машин и агрегатов как резерв повышения урожайности / В. П. Капустин, Ю. Е. Глазков // Труды международной научно-технической конференции Энергообеспечение и энергосбережение в сельском хозяйстве. – 2010. – Т. 2. – С. 266-271.

ПРОИЗВОДСТВО ПШЕНИЦЫ В РЕСПУБЛИКЕ ИРАК

Анашкин Александр Витальевич,

*ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт использования техники и нефтепродуктов в сельском хозяйстве», д.т.н., главный научный сотрудник лаборатории управления качеством технологических процессов в сельском хозяйстве
e-mail: av-anashkin@mail.ru*

Альшинаинин Хайдер Джамил Джабер,

*ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт использования техники и нефтепродуктов в сельском хозяйстве», младший научный сотрудник лаборатории управления качеством технологических процессов в сельском хозяйстве
e-mail: haiderjjsh2000@yahoo.com*

Площадь Ирака составляет 435 052 км². Большая часть территории страны непригодны для использования в сельском хозяйстве из-за засушливости и засоления почв. Площади сельскохозяйственного назначения составляют 9,45 млн. га, из них около 4 млн. га используются в качестве пастбищ для овец и коз [1-3]. Таким образом, для выращивания сельскохозяйственных культур используется лишь около 12,5% площади Ирака.

Основная доля в структуре растениеводства страны приходится на производство пшеницы и ячменя. На пшеницу приходится 46,8% от общего объема выращенной продукции в 2019 году, на ячмень – 16,4%.

Посевные площади под пшеницу в зимний период 2019 г. оценивались в 6331 тыс. дунам (1582,8 тыс. га), (1 дунам = 2500 м², 1 га = 4 дунам). В 2020 году площадь посевов пшеницы увеличилась на 35,5% и составила 2143,4 тыс. га.

Валовый сбор пшеницы в Ираке в зимний период 2019 года составил 4343 тыс. тонн, что на 99,4% больше, чем в предшествующем году, когда он находился на уровне 2178 тыс. тонн, рисунок 1.

Это связано с тем, что в 2015 -2018 годы в провинциях Найнава, Анбар, Салах-ад-Дин и округе Хавиджа в Киркуке сельскохозяйственное производство было практически остановлено из-за боевых действий. Кроме того, в течение сезона 2019 г. выпало большое количество осадков, что благоприятно сказалось на урожайности зерновых. В 2020 г. уровень производства пшеницы в Ираке еще увеличился и достиг 6238 тыс. тонн.

Лидирующую позицию по объему производства имеет провинция Найнава, в которой произведено 851 тыс. тонн, что составляет 19,6% от общего объема производства, затем следует провинция Дияла, валовый сбор в которой оценивается в 557 тыс. тонн, что составляет 12,8% от общего объема производства. Далее следует провинция Васит, где производство пшеницы оценивается в 515 тыс. тонн. Это составляет 11,9% от общего объема производства. В тоже время в остальных 12-ти провинциях выращено 2420 тыс. тонн, что составляет 55,7% от общего объема производства.

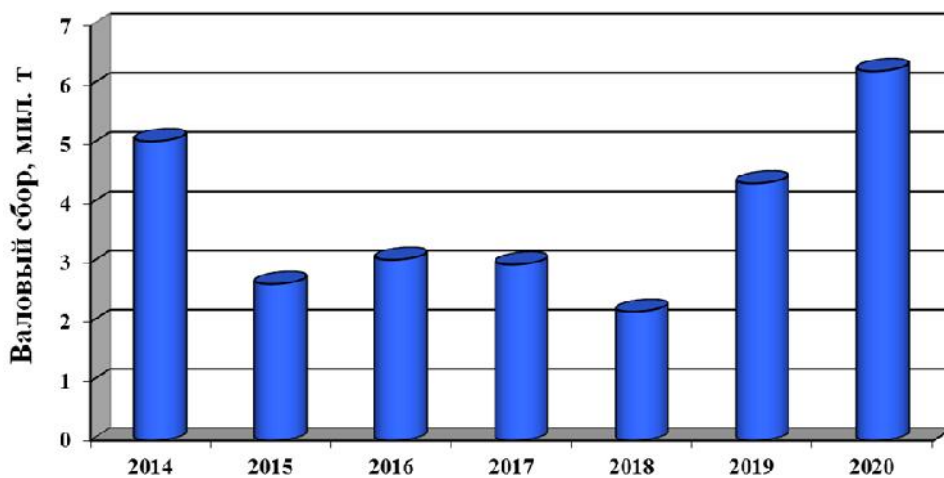


Рисунок 1 – Производство пшеницы в 2014-2020 годах в Ираке

Средняя урожайность пшеницы в Ираке в зимний период 2019 г. на общей посевной площади составила 686,1 кг/дунам (27,4 ц/га), что на 0,6% ниже по сравнению с 2018 годом, когда она была оценена в 690,5 кг/дунам (27,6 ц/га). Причина уменьшения связана с повреждением посевов сельскохозяйственных культур болезнями вследствие изобилия дождей. Средняя урожайность пшеницы на орошаемых землях в 2019 г. была 762,7 кг (30,5 ц/га). В 2020 году средняя урожайность пшеницы увеличилась до 29,1 ц/га, что на 6,2% превысило этот показатель за 2019 год. Районы, использующие полив посевов пшеницы, добиваются значительно лучших результатов ее возделывания.

Наибольшая площадь, занятая под посевами пшеницы находится в провинции Найнава, однако при этом здесь наблюдается наименьшая урожайность этой культуры – менее 21,1 ц/га. Наиболее высокий уровень эффективности производства пшеницы наблюдается в провинциях АльКадисия, Вавилон, Салах адДин, Дияла, Багдад, Карбела, где в 2019 году получена средняя урожайность от 30,2 до 36 ц/га, а в 2020 году – до 39,3 ц/га.

В 2020 г. объем производства пшеницы в Ираке увеличился на 43,6%. Наибольший прирост достигнут в провинциях Найнава (66,5%) при наибольшей доле производства зерна, Миссан (285%), АльМутина (98,7%), Карбела (82,5%), таблица 1.

Таблица 1

Посевная площадь и урожайность пшеницы по регионам Ирака в 2020 году

Провинции	Посевная площадь, тыс. га			Валовый сбор, тыс. тонн	Процент от общего производства, %	Средняя урожайность, ц / га	
	Засеяно	Убрано	Повреждено			На общей площади	На убранной площади
Найнава	675,1	670,7	4,4	1417,2	22,7	21,0	21,1
Киркук	163,3	163,0	0,4	627,3	10,1	38,4	38,5
Дияла	170,2	166,9	3,3	571,7	9,2	33,6	34,3
Анбар	123,5	107,9	15,6	285,1	4,6	23,1	26,4
Багдад	38,9	38,9	-	133,8	2,1	34,4	34,4
Вавилон	75,2	75,1	0,1	295,5	4,7	39,3	39,3
Карбела	26,0	25,5	0,5	98,0	1,6	37,8	38,5
Васит	236,8	236,8	0,02	811,4	13,0	34,3	34,3
Салах адДин	187,0	186,9	0,2	633,1	10,1	33,8	33,9
Наджаф	63,7	63,7	0,06	186,7	3,0	29,3	29,3
АльКадисия	137,8	137,8	-	495,2	7,9	35,9	35,9
АльМутина	63,5	63,5	-	155,0	2,5	24,4	24,4
ДхиКар	87,2	87,2	-	257,2	4,1	29,5	29,5
Мисан	87,5	87,4	0,01	248,3	4,0	28,4	28,4
АльБасра	7,8	7,8	-	22,7	0,4	29,3	29,3
Сумма	2143,4	2118,7	24,7	6238,4	100	29,1	29,4

Символ (-) означает ноль или почти ноль

Это связано с благоприятными погодными условиями и стабилизацией геополитической обстановки в Ближневосточном регионе.

Посевные площади под пшеницу в зимний период 2019 г. оцениваются в 6331 тыс. дунам (1582,8 тыс. га), (1 дунам = 2500 м², 1 га = 4 дунама), рисунки 2 и 3.

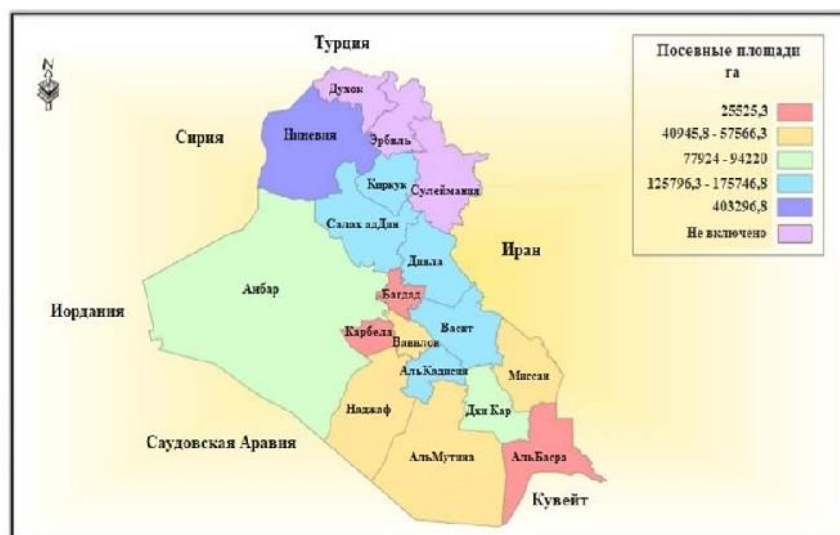


Рисунок 2 – Посевные площади пшеницы в Ираке в 2019 году

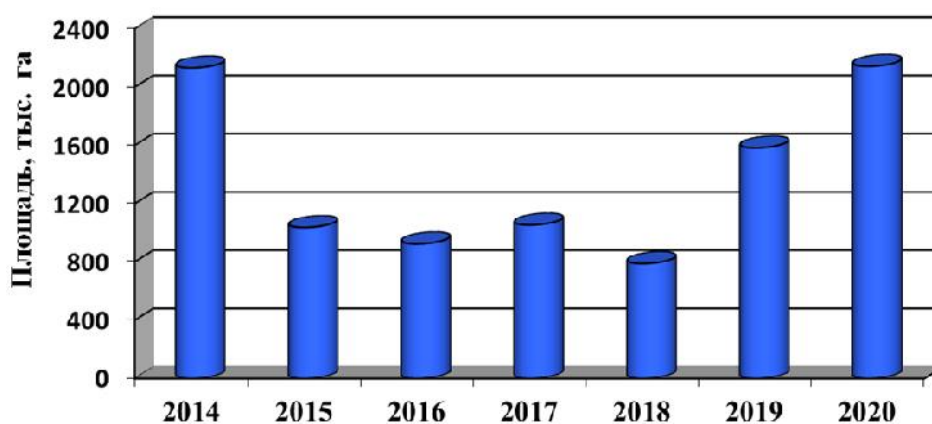


Рисунок 3 – Посевные площади под пшеницу в 2014-2020 годах

Увеличение по сравнению с предшествующим периодом, который оценивался в 3154 тыс. дунамов (788,5 тыс. га), составило 100,7%. В 2020 году площадь посевов пшеницы увеличилась еще на 35,5% и составила 2143,4 тыс. га, таблица 2.

Убранная площадь в 2019 г. составила 6173 тыс. дунам (1543,3 тыс. га), что составляет 97,5% от общей посевной площади, в 2020 г. – 2118,7 тыс. га или 98,8% от засеянной площади.

Сельхозугодья в Ираке делятся на орошаемые и неорошаемые, которые в свою очередь подразделяются на земли с гарантированными, почти гарантированными и негарантированными осадками. Площадь орошаемых посевных площадей пшеницы в 2019 г. оценивалась в 4453 тыс. дунам (1113,2 тыс. га), что составляет 70,3%, в то время как площадь неорошаемых земель оценивалась в 1878 тыс. дунам (469,5 тыс. га), что составляет 29,7% от общей посевной площади.

Валовый сбор пшеницы на орошаемых землях составил 3396 тыс. тонн, что составляет 78,2% от общего производства, в то время как на неорошаемых землях было собрано 947 тыс. тонн, что составляет 21,8%.

Неорошаемые земли делятся на три части: земли, где почти гарантировано выпадает необходимое количество осадков (таких земель приходится 334,7 тыс. га при соотношении 71,3% от общего количества неорошаемой земли); посевные площади на землях с гарантированными осадками (их было 84,5 тыс. га, что составляет 18% неорошаемых посевных площадей); земли, где выпадение осадков носит вероятностный характер (таких площадей было 50,4 тыс. га или 10,7%).

Средняя урожайность пшеницы в Ираке в зимний период 2019 г. на общей посевной площади составила 686,1 кг/дунам (27,4 ц/га), что на 0,6% ниже по сравнению с 2018 годом, когда она была оценена в 690,5 кг/дунам (27,6 ц/га). Причина уменьшения связана с повреждением посевов сельскохозяйственных культур болезнями вследствие избытка дождей. Средняя урожайность на убранной площади составила 703,6 кг/дунам (28,1 ц/га), что на 1,3% больше, чем в предшествующем периоде, когда она была 694,7 кг/дунам (27,8 ц/га).

Таблица 2

Показатели производства пшеницы в Ираке в 2014-2020 годах.

Наименования показателя	Единица измерения	Годы	Значения показателя	Изменение, %
Общая площадь	тыс. дунам/ тыс. га	2014	8528 / 2132	15,6
		2015	*4147 / 1036,8	-51,4
		2016	**3697 / 924,3	-10,9
		2017	**4216 / 1054	14,0
		2018	**3154 / 788,5	-25,2
		2019	***6331 / 1582,8	100,7
		2020	8573 / 2143,4	35,5
Валовый сбор	тыс. тонн	2014	5055	21,0
		2015	*2645	-47,7
		2016	**3053	15,4
		2017	**2974	-2,6
		2018	**2178	-26,8
		2019	***4343	99,4
		2020	6238	43,6
Урожайность	кг/дунам/ ц/га	2014	592,8 / 23,7	4,6
		2015	*637,9 / 25,5	7,6
		2016	**825,7 / 33,0	29,4
		2017	**705,5 / 28,2	-14,6
		2018	**690,5 / 27,6	-2,1
		2019	***686,1 / 27,4	-0,6
		2020	727,6 / 29,1	6,2

* За исключением Курдистана и провинций: Найнава, Салах адДин, Анбар.

** За исключением Курдистана и провинций: Найнава, Салах адДин, Анбар и АльХавиджа из провинции Киркук и некоторых деревень.

*** За исключением Курдистана и некоторых деревень в провинциях: Найнава, Киркук, Дияла, Анбар и Салах адДин.

В 2020 году средняя урожайность пшеницы увеличилась до 29,1 ц/га, что на 6,2% превысило этот показатель за 2019 год. Без учета земель с поврежденными посевами урожайность пшеницы составила 29,4%, рисунок 4.

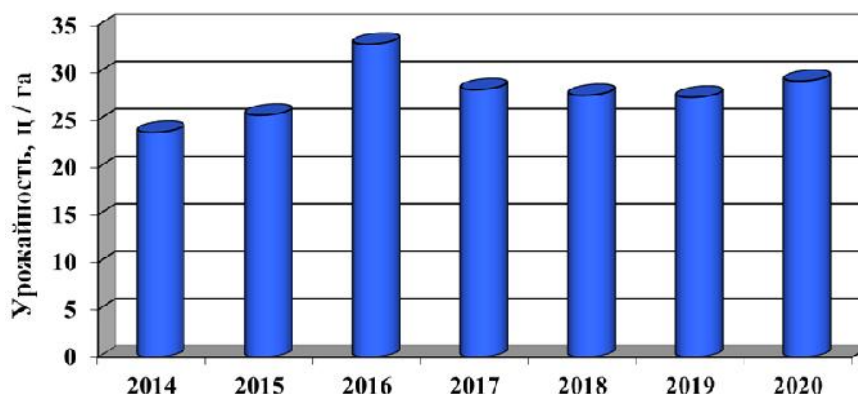


Рисунок 4 – Урожайность пшеницы в 2014-2020 годах

Средняя урожайность пшеницы на орошаемых землях в 2019 г. была 762,7 кг (30,5 ц/га).

Районы, использующие полив посевов пшеницы, добиваются значительно лучших результатов ее возделывания.

Объем пшеничной соломы, полученной при сборе урожая с 1543,3 тыс. га, в 2019 году составил 8598 тысяч тонн, при урожайности соломы 55,7 ц/га. Солома используется для кормления сельскохозяйственных животных и в качестве подстилки при их содержании.

Производство зерновых культур в республике Ирак превышает собственные потребности в зерне, однако его экспорт существенно ограничен из-за низкого качества. Остается высоким показатель содержания сорных примесей, что связано с несовершенством средств подработки свежесобранного зерна, применяемых в сельхозпредприятиях Ирака. Возникает необходимость модернизации зерноочистительных технологий [4-10], в частности триерной очистки зерна и семян ячменя.

Список использованных источников

1. Экономика Ирака. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org>
2. Производство продукции растениеводства в Ираке [Электронный ресурс] - <https://knoema.ru/atlas/Ирак/topics/Сельское-хозяйство/Продукция-растениеводства>
3. Экономика Ирака. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org>
4. Тишанинов Н.П., Анашкин А.В. Модернизация импортных зерноочистительных технологий // Наука в центральной России. – 2019. – № 4 (40). – С. 12-18.
5. Тишанинов Н.П., Анашкин А.В. Новые резервы управления качеством очистки зерна / В сборнике: Научно-технический прогресс в сельскохозяйственном производстве. Материалы Международной научно-технической конференции: в 3-х томах. – 2014. – С. 266-272.
6. Тишанинов Н.П., Анашкин А.В. Модернизация технологий подработки зерна на базе средств управления массовыми потоками // Наука в центральной России. – 2014. – № 2 (8). – С. 35-41.
7. Тишанинов Н.П., Анашкин А.В., Емельянович С.В. Обеспечение качества триерной очистки зерна за счёт авторегулирования режимов работы // Вестник АПК Верхневолжья. – 2021. – № 4 (56). – С. 67-75.
8. 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.
9. 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.
10. Глазков, Ю. Е. Применение цифровых технологий при планировании работы тракторного 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.

УДК 631.363.5

68.85.85: Автоматизация и электронизация сельского хозяйства

РЕГУЛИРОВАНИЕ РАСХОДА ГАЗА В КОРМОВАРОЧНОМ КОТЛЕ ПО ДАВЛЕНИЮ В ПАРОВОЙ РУБАШКЕ

Муромцев Дмитрий Юрьевич,

*ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», доктор технических наук, профессор
e-mail: mdjur@mail.ru*

Шувалов Анатолий Михайлович,

*ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт использования техники и нефтепродуктов в сельском хозяйстве», доктор технических наук, профессор
e-mail: shuv1940@mail.ru*

Бурный Сергей Дмитриевич,

*ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», аспирант
e-mail: 7burny.sergei@gmail.com*

Введение.

Сегодня в условиях постоянного роста тарифов на потребляемую энергию перед каждым сельским товаропроизводителем стоит вопрос по снижению энергозатрат в каждом технологическом про-

цессе. Особенно велики резервы по снижению расхода энергии в тепловых процессах, так как по прежнему в личных подсобных хозяйствах (ЛПХ) для приготовления кормов и пищи используют в основном дорогостоящую электроэнергию. В ЛПХ наиболее энергоёмкими процессами является приготовление кормов, отопление и нагрев воды для поения животных. Следовательно, снизить энергозатраты в тепловых процессах можно использованием самого дешевого энергоносителя – природного газа. В 2022 году правительство наметило широкомасштабную газификацию села с бесплатным подводом газовой сети к сельскому дому. В этой связи в ЛПХ целесообразно для приготовления кормов применять варочные котлы, работающие на природном газе. Существует широкий спектр варочных котлов различных по используемому энергоносителю, производительности и конструктивному исполнению. Общим недостатком их является отсутствие регулирования расхода энергии пропорционально потребляемому тепловому потоку, что приводит к излишнему её расходу [1-5, 7-10]. Следовательно, является актуальным разработать систему энергообеспечения для варочного котла, которая обеспечивала бы автоматически регулируемый расход газ.

Материалы и методы.

Для решения этой задачи в настоящее время проводится научно-исследовательская работа по созданию газоиспользующего кормоварочного котла, в котором нагрев содержимого варочной ёмкости обеспечивается саморегулируемой системой подачи газа к газовой горелке. Главное конструктивное отличие системы энергообеспечения кормоварочного котла от существующих аналогов в том, что применен простой способ автоматического регулирования расхода газа по давлению пара в паровой рубашке, обеспечивающий изменение мощности газовой горелки пропорционально потребляемому тепловому потоку. Это позволит исключить сложную традиционную автоматику и обеспечивать экономно энергии.

На Рисунке 1 представлена конструктивно-технологическая схема газоиспользующего кормоварочного котла с системой автоматического регулирования расхода газа пропорционально потребляемому тепловому потоку. Новизна технического решения варочного котла защищена патентом РФ [6].

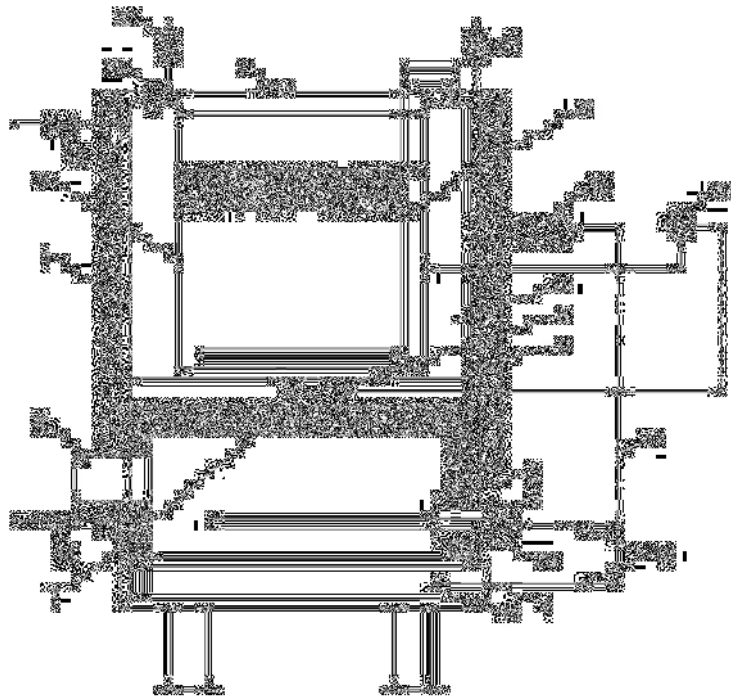


Рисунок 1 – Конструктивная схема кормоварочного котла с автоматическим регулированием расхода газа

Варочный котел включает в себя корпус 1, топку 2, дверцы 3, 4 и патрубок для отвода продуктов сгорания 5. Топка 2 ограждена от варочного сосуда 6 теплообменной камерой 7. Корпус 1, камера 7 и сосуд 6 образуют пароводяную рубашку 8 с теплоизоляцией 9 и кожухом 10. Котел закрывается герметичной крышкой 11. Пароводяная рубашка 8 содержит предохранительный клапан 13 и краны для подвода и отвода теплоносителя 14, 15. В корпус 1 вмонтирован сильфон 16, полость которого сообщается с пароводяной рубашкой 8. Сильфон 16 с помощью системы рычагов, состоящей из основного рычага 17 и регулирующих рычагов 18, соединен с воздушной заслонкой 19 и газовой горелкой 20.

Разработанный по конструктивно-технологической схеме (Рисунок 1) варочный котел работает следующим образом: в варочную ёмкость помещается необходимое количество приготовляемого продукта. Поток горячих газов, образовавшихся в результате сжигания топлива, омывает теплообменную камеру и передает свою энергию промежуточному теплоносителю – воде. В результате закипания воды образуется пар, который поднимается вверх в паровой рубашке и омывает стенки варочной ёмкости, конденсируется на её стенках и передает свою энергию приготовляемому продукту. При нагреве содержимого варочной ёмкости разница температур в паровой рубашке между температурой пара и продуктом уменьшается, снижается конденсация пара и создается избыточное давление. На это пропорционально реагирует сильфон, его выход воздействует на верхний конец основного рычага, а нижний конец его сообщается с вентилем газовой горелки и изменяет расход газа пропорционально давлению в паровой рубашке. В результате мощность горелки уменьшается пропорционально потребляемому тепловому потоку. В случае уменьшения давления пара, например, при вливании большого количества холодной воды в варочную ёмкость, сильфон сжимается, рабочие рычаги втягиваются и приоткрывают газовый вентиль и воздушную заслонку.

Выделим несколько достоинств:

- Регулирование расхода газа пропорционально потребляемому тепловому потоку происходит автоматически;
- Исключение сложной традиционной автоматики;
- Экономия энергии более чем на 20%.

Вывод.

Таким образом, достигается снижение или увеличение расхода газа за счет автоматического регулирования его подачи пропорционально потребляемому тепловому потоку. Результаты экспериментальных исследований установлено, что применение автоматизированной системы энергообеспечения варочного котла обеспечивается экономия газа 21,4%.

Список использованных источников

1. Антуфьев, В.Т. Концепция совершенствования газовых пищеварочных котлов / В.Т. Антуфьев, М.А. Амосова // Научный журнал НИУ ИТМО. Серия «Процессы и аппараты пищеварочных производств», 2007. - №1.
2. <https://znatoktepla.ru/kotly/obzor-ob-avtomatike.html>
3. otople.com/avtomatika-i-sredstva-upravleniya
4. Исаченко В.П. Осипова В.А., Сукомел А.С. Теплопередача. – М.: Энергия, 1981. – 416 с.
5. Литвина Л.С. Фролова З.С. Тепловое оборудование общественного питания. – М.: Экономика, 1987. – 272 с.
6. Патент на изобретение. №2708097 РФ. СПК А47J 27/06. Котёл кормоварочный /Шувалов А.М., Машков А.Н., Чернов Д.С.; заявитель и патентообладатель ФГБНУ ВНИИТиН. Опубл. 04.12.2019. Бюл. №34
7. Шувалов А.М., Машков А.Н., Тихомиров Д.А. Анализ теплоэнергетических процессов в системе энергообеспечения газоиспользующего кормоварочного котла // Электротехнологии и электрооборудование в АПК. 2020. Т. 67. № 1 (38). - С. 71-77.
8. Шувалов А.М., Машков А.Н., Чернов Д.С. Математическая модель тепло- массообменных процессов в газоиспользующем кормоварочном котле с саморегулированием мощности // Наука в центральной России. 2020. - № 2 (44). - С. 93-99.
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.
10. 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.

К ОБОСНОВАНИЮ ПЕРСПЕКТИВНОЙ СХЕМЫ ЭКСТРУЗИИ СМЕСЕЙ ЗЕРНИСТЫХ МАТЕРИАЛОВ

Коновалов Виктор Владимирович,

*ФГБОУ ВО «Пензенский государственный технологический университет», магистрант,
г.Пенза,*

Коновалова Анастасия Станиславовна,

*ФГБОУ ВО «Пензенский государственный технологический университет», магистрант,
г.Пенза,*

Пильгин Андрей Дмитриевич,

*ФГБОУ ВО «Пензенский государственный аграрный университет», аспирант,
г.Пенза,*

Зайцев Владимир Юрьевич,

*ФГБОУ ВО «Пензенский государственный технологический университет», доцент,
г.Пенза,*

Коновалов Владимир Викторович,

*ФГБОУ ВО «Пензенский государственный технологический университет», профессор,
г.Пенза,
e-mail: vluzai@gmail.com*

Современное производство требует широкого использования продуктов на основе композитов или смесей. Они используются во всех отраслях промышленности и агропромышленного комплекса. Применительно к сельскому хозяйству материалы на основе смесей используются в качестве кормовых и зерновых смесей, которые нередко экструдированы для повышения их питательности и усвояемости питательных веществ. В ремонтном производстве используются композитные материалы на основе смесей полимеров. Для производства композитов указанные смеси в экструдере нагреваются, плавятся и под давлением осуществляется заполнение форм.

Высокое качество готового продукта требует равномерного распределения всех компонентов смеси в объеме приготавливаемого продукта. Нарушение состава компонентов в частном объеме получаемого композита приведет к изменению заданных свойств продукции, а в случае приготовления экструдированных кормов – к росту неравномерности распределения питательных веществ [1]. Тем самым, вариант технологического процесса с установкой нескольких дозирующих питателей над загрузочной горловиной экструдера не в полной мере перспективен.

Указанная задача может быть решена при использовании смесителя периодического действия [2,3, 10]. Однако, это проблематично по причине высоких энергозатрат при движении рабочего органа смесителя и выполнения смесителем функций бункера-накопителя с ворошилкой, а также требует наличия дополнительного дозатора.

Применение смесителя непрерывного действия снижает энергозатраты на приготовление смеси [4,5], однако требует совпадения производительностей смесителя и экструдера [6,7], что в принципе невозможно, ввиду настройки экструдера по производительности при пуске-останове. Поэтому требуется наличие дополнительного бункера-накопителя с дозирующим устройством [4, 9].

При реализации агрегатной конструкции экструдера со смесительным устройством (Рисунок 1) [4] существенно увеличивается габаритная высота агрегата (Рисунок 2). А это усложняет загрузку исходных компонентов в смеситель.

Решить указанную сложность возможно за счет установки загрузочного шнека над накопительным бункером и подачи шнеком исходных отдозированных компонентов из накопительных бункеров исходного сырья. В данном случае загрузочный шнек будет выполнять роль смесителя [8]. Для обеспечения надлежащего качества смеси потребуются проведение исследований по установлению конструктивно-кинематических параметров рабочего органа данного шнека.

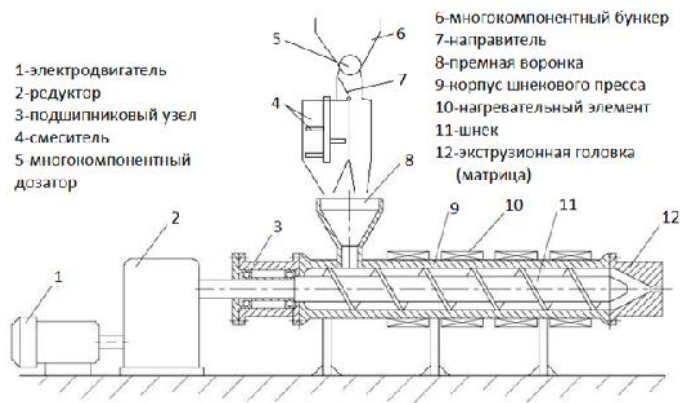


Рисунок 1 – Технологическая схема конструктивных элементов экструдера

Учитывая работу всего полученного агрегата, потребуется согласовать циклы работы экструдера и дозирующе-смесительного устройства [4] (Рисунок 3). Компенсатором в работе агрегата выступает накопительный бункер над экструдером. Его дозатор работает в непрерывном режиме по подаче готовой смеси в приемную горловину экструдера с заданной производительностью, а дозирующе-смесительное устройство исходных компонентов включается периодически, обеспечивая два такта: 1) дозированная подача и смешивание компонентов с загрузкой накопительного бункера; 2) простой оборудования.

Тем самым, состав экструзионного агрегата с использованием шнекового конвейера-смесителя является перспективным. Обоснование параметров шнекового конвейера-смесителя обеспечит как выполнение погрузочно-транспортных работ, так и обеспечение смешивание компонентов.

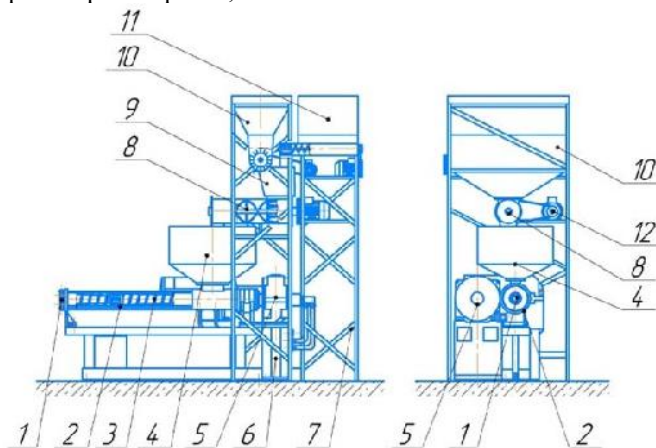


Рисунок 2 – Конструктивная схема экструдера: 1– фильера экструдера; 2 – кожух экструдера; 3 – шнек экструдера; 4 – загрузочный бункер экструдера; 5 – мотор-редуктор; 6 – рама экструдера; 7 – рама дозирующе-смесительного блока экструдера; 8 – смеситель; 9 – воронка; 10 – бункер-дозатор добавок; 11 – бункер-дозатор полимеров; 12 – электродвигатель

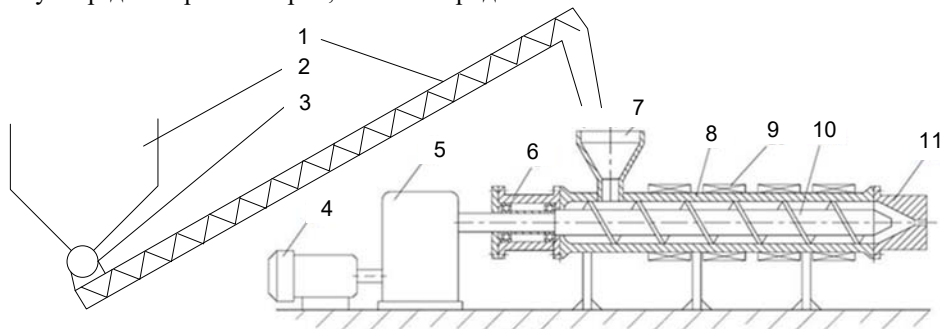


Рисунок 3 – Технологическая схема конструктивных элементов экструзионного агрегата: 1 – шнек-смеситель; 2 - многокомпонентный приемный бункер; 3 – многокомпонентный дозатор; 4 - электродвигатель экструдера; 5 – редуктор; 6 – подшипниковая опора экструдера; 7 – бункер накопитель с дозирующим устройством; 8 – кожух; 9 - нагревательные элементы; 10 - шнек экструдера; 11 - фильера

Список использованных источников

1. Коновалов, В.В. Оптимизация конструктивно-технологических параметров направителя пресс-экструдера по неравномерности давления в зоне загрузки / В.В. Коновалов, И.Л. Орстик, И.В. Успенская // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. 2015. - № 2 (30). - С. 161-165.
2. Моделирование процесса непрерывного приготовления смеси смесителем-дозатором экструдера / В.В. Коновалов, В.В. Новиков, Д.Н. Азиаткин, А.С. Грецов // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. 2013. - № 3. - С. 72-78.
3. Патент №2356734 РФ. МПКВ29С. Устройство для наполнения экструдера предварительно обработанным термопластичным полимерным сырьем. / Бахер Хельмут, Шульц Хельмут, Фейхтингер Клаус. – № 2007132456/12; заяв. 22.12.2005; опуб. 03.08.2006. Бюл № 15. – 23 с.
4. Коновалов, В.В. К обоснованию технологической схемы экструдера полимерных материалов в ремонтном и машиностроительном производстве / В.В. Коновалов, В.Ю. Зайцев, В.В. Коновалов // В сборнике: Агропромышленный комплекс: состояние, проблемы, перспективы. сборник статей XV 5. Международной научно-практической конференции. 2020. - С. 161-164.
5. Патент №2403270 (JP). Способ получения формованного изделия из пенополиуретана / Накамура Масафуми (JP), Сузуки Масару (JP), Икута Хироши (JP), Маеда Хитоши (JP).
6. Обоснование направления совершенствования зоны загрузки устройства прессования материала / В.В. Новиков, Д.Р. Ермолаева, В.В. Коновалов // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. 2016. - № 3 (35). - С. 179-184.
7. Патент №2184653 РФ. МПКВ29С. Способ автоматического управления экструдером. / Остриков А.Н, Василенко В.Н. – № 2001128673/12; заяв. 24.10.2001; опуб. 10.07.2002. Бюл № 32. – 6 с.
8. Определение подачи спирально-винтового смесителя-конвейера концентрированных кормов / В.В. Коновалов, А.В. Чупшев, В.П. Терюшков, А.С. Фомин // Вестник Всероссийского научно-исследовательского института механизации животноводства. 2014. - № 1 (13). - С. 90-95.
9. 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.
10. 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 631.312.4.07

68.29.15: Обработка почвы

РЫХЛЯЩИЕ ЭЛЕМЕНТЫ ПАССИВНО-АКТИВНОГО ТИПА ЛЕМЕШНОГО ПЛУГА

Мухамеджанов Валерий Халдембаевич,

*НАО «Западно-Казахстанский инновационно-технологический университет», старший преподаватель кафедры «Техника и технологии»
e-mail: mvh1952@mail.ru*

Омаров Акылбек Нурлыбекович,

*НАО «Западно-Казахстанский инновационно-технологический университет», к.т.н., Ph.D., ассоциированный профессор кафедры «Техника и технологии»
e-mail: akylbek-kaz@mail.ru*

Жазыкбаева Галия Муратовна,

*НАО «Западно-Казахстанский инновационно-технологический университет», к.т.н., ассоциированный профессор кафедры «Техника и технологии»
e-mail: galiya_2765@mail.ru*

Введение. Модернизация сельскохозяйственного производства на основе применения современной техники и передовых аграрных технологий является одной из важнейших задач государственной

агропродовольственной политики на ближайшие годы. Решение этой задачи напрямую влияет на повышение конкурентоспособности сельскохозяйственной продукции и производителей, обеспечение высокого качества продовольственных товаров, рост производительности труда и доходности предприятий отрасли, создание новых рабочих мест, улучшение условий труда работников сельского хозяйства. Важнейшим фактором устойчивого роста сельскохозяйственного производства является переход от инерционной модели хозяйствования к инновационной. Крупномасштабные инновации осуществляются при поддержке государства, в том числе с помощью концентрации различного рода ресурсов на приоритетных направлениях развития науки и технологий [1].

Развитие сельхозмашиностроения требует применение более совершенных и менее энергоемких машин, позволяющих достигнуть хороших результатов при возделывании продукции растениеводства [2]. Применение МТА позволяющих за один проход осуществлять нескольких технологических операций, существенно улучшает экономию ТСМ и тем самым понижает себестоимость возделываемой продукции. В учебных и производственных лабораториях ЗКИТУ был создан и апробирован лемешных плуг с пассивно-активными рыхлящими элементами расположенные на груди отвала плуга. Применение рыхлящих элементов на груди отвала позволит избавиться от такой технологической операции, как боронование и следовательно за один проход МТА совершается две операции, что позволит существенно сэкономить ТСМ.

Материалы и методы. Полевые испытания проведенные с данным экспериментальным орудием показали, что применение рыхлящих элементов пассивно-активными элементами расположенных на груди отвала позволяет существенно улучшить структуру вспаханного поля а именно уменьшает процентное содержание крупных фракций почвы на 85-90%.

Рабочие органы плуга состоят: из корпуса плуга со стойкой, лемехом и отвалом. На груди отвала расположены три яруса дисков: диск нижнего яруса расположен на груди отвала сразу же после лемеха и выполнен в виде зубчатого диска (в виде трапеции), а диски среднего и верхнего яруса в виде зубчатого диска (выполненного в виде треугольника). Диски первого, второго и третьего яруса крепятся к валам с помощью призматической шпонки. На валу установлены шестерни. На первом валу расположены шестерни, имеющие больший диаметр, а на втором валу меньшего диаметра это необходимо для того, чтобы второй вал вращался с большей окружной скоростью по сравнению с первым валом, вследствие чего возрастет скорость у дисков второго яруса. Так как шестерни первого и второго яруса соединены без промежуточной шестерни, то вал второго яруса будет вращаться в противоположную сторону. Валы первого, второго и третьего яруса крепятся в корпуса закрытых шарикоподшипников с обратной стороны отвала.

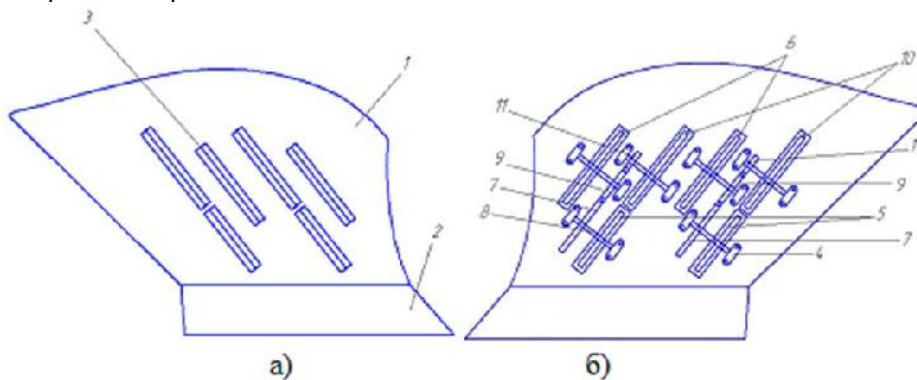


Рисунок 1 – Корпус плуга вид спереди а) и вид сзади б)

На корпусе плуга 1 расположены рыхлящие элементы 5, 6, 10 (нижнего, среднего и верхнего яруса) выполненные в виде дисков, которые размещены в прорезях груди отвала 3. Диски 5 нижнего яруса в виде зубчатого диска (выполненного в виде трапеции), а диски среднего 6 и верхнего яруса 10 в виде зубчатого диска (выполненного в виде треугольника). Рыхлящие элементы 5, 6, 10 закреплены на валу 8 и крепятся к нему с помощью шпоночного соединения. Вал 8 установлен сзади корпуса плуга и закреплен на корпусах подшипников 4. Диски нижнего 5, среднего яруса 6 и верхнего яруса 10 взаимодействуют между собой за счет зубчатых шестерен 7, 9 и 11. Так как диаметры шестерен привода 7, 9 и 11 яруса различные, а именно шестерня нижнего яруса 7 имеет наибольший диаметр, чем шестерня среднего яруса 9, а шестерня верхнего яруса 11 имеет наименьший диаметр по сравнению с шестернями 7 и 9, следовательно, передаточное отношение шестерен различное, что приводит к различным частотам вращения дисков 5, 6 и 10. Диск первого яруса 5 вращается за счет движения пласта почвы поступающий от лемеха 2, а затем за счет шестерен привода 7, 9 и 11 передается крутящий момент на диски среднего 6 и верхнего яруса 10. Диски среднего яруса 6 вращаются навстречу движения

пласта почвы с большей скоростью, чем диски нижнего яруса 5. Диски верхнего яруса 11 вращаются по направлению движения пласта почвы с большей скоростью, чем диски среднего яруса 6. За счет разных частот вращения дисков средних 6 и верхних 10 ярусов происходит активное крошение почвы. Дополнительное улучшение крошения почвы происходит за счет того, что диски среднего 6 и верхнего 10 яруса вращаются в противоположные стороны и возникает так называемый «встречный удар», который способствует улучшению крошения почвы. Рыхлящие элементы 5, 6 и 10 ориентированы вдоль направления движения пласта почвы [3,6,8-12].

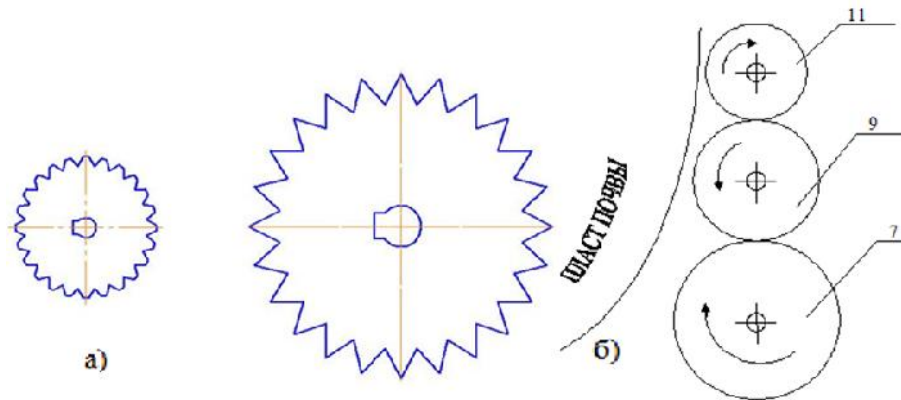


Рисунок 2 – Рыхлящие элементы, а) - диски первого яруса в виде зубчатого диска трапецеидальной формы, диски второго и третьего яруса в виде зубчатого диска треугольной формы; б) - динамика движения шестерен 7,9,11- соответственно -1, 2 и 3 яруса.

Результаты и обсуждение. Исследования качественных показателей технологического процесса обработки почвы проводились в одинаковых условиях на типичных фонах, характерных для данной зоны. Поле выбирали с ровным рельефом и минимальными различиями физико-механических свойствами почвы. Перед исследованиями определяли влажность в слоях 0...10, 10...20, 20...30 по диагонали участка. Повторность взятия проб на влажность — пятикратная. Для определения влажности почвы высушивали навески проб при температуре 105 в течение 6 часов. Абсолютную влажность почвы (A) вычисляли по формуле:

$$A = \left[\frac{m - m'}{m'} \right] \times 100 \quad (1)$$

где: m — масса образца влажной почвы, г;

m' — масса образца сухой почвы, г.

Взвешивание образцов почвы производили с точностью до 0,15 г. Твердость почвы измеряли твердомером Ревякина. Полученные на миллиметровой бумаге динамограммы, обрабатывались с помощью математическо - статистической обработки [4].

Для испытаний плуга с рыхлящими элементами проводилась разбивка опытного участка по схеме, указанной на рисунке 3.

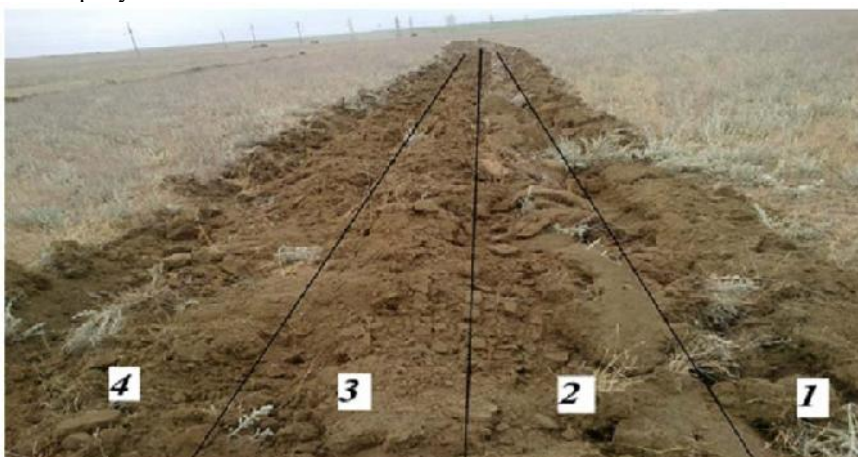


Рисунок 3 – 1;2; — почва обработанная обычным плугом ПЛН 4-35; 3 — почва обработанная с рыхлящими элементами в виде сегментных дисков ПЛН 4-35 (Э); 4 — почва обработанная плугом с активно-пассивными рыхлящими элементами ПЛН 4-35 (Э)

Длина опытного участка 100 м, ширина 5 м, интервал между участками 20 м. В начале и на конце опытного участка выполнялись включение и выключение тензометрической аппаратуры. Переключение рабочих передач производилась после остановки трактора на конце участка. Время движения замерялось секундомером. Скорость движения агрегата рассчитываем по общеизвестной формуле:

$$v = S / t \quad (2)$$

где, S — пройденный путь, м;
 t — время прохождения деланки, с.

Качественные показатели обработки почвы контролировали путем измерения ее глубины, качества крошения, при четырехкратных повторных опытах [5]. Для этой цели использовались мерные линейки, глубиномер, угольник, сито с ячейками 50 мм. Точность измерения $\pm 0,5$ см.

Глубина определялась методом поперечного профилирования. Для этого на каждой учетной деланке перед проходом машины вбиваются две опорные стойки, на которые горизонтально устанавливается координатная рейка перпендикулярно к направлению движения агрегата. Горизонтальность рейки проверяли по уровню. Вертикальное расстояние от дна борозды. Повторность взятия профилей четырехкратная. Полученные данные обрабатывались методом математической статистики.

Крошение почвы определяли по пробам, отбираемым в четырех точках участка (две по ходу движения агрегата, две в обратном направлении) с площадок 0,5 м² на глубину обработки по первому корпусу. Отобранные пробы разделяли на фракции, путем пропускания через сито с ячейками 50х50 мм затем каждую фракцию взвешивали с погрешностью не более ± 50 г. По результатам взвешивания вычисляем массовую долю i -той фракции комков (Π_{ki}) в процентах по формуле:

$$\Pi_{ki} = (m_i \cdot 10^2) \cdot m \quad (3)$$

где m_i — масса i -той фракции в пробе, кг;
 m — общая масса пробы, кг.

Качество заделки пожнивных и растительных остатков, оставшихся на поверхности почвы, определялись по их массе. Учет не заделанных остатков проводили на 4-х учетных площадках длиной 5 м, шириной равной захвату машины. Не заделанные остатки состригают, собирают и взвешивают с погрешностью ± 10 –50 г. С каждой учетной деланки брали по одной пробе. Полученные данные подсчитывают по всем пробам. Массовую долю незаделанных в почву остатков y %, вычисляют по формуле:

$$y = \left[\frac{m_1 - m_2}{m_1} \right] \times 100 \quad (4)$$

где, m_1 - масса пожнивных и растительных остатков до прохода машины, переведенная на площадь учетной площадки ($5 \times S_0$), г;

m_2 - масса пожнивных и растительных остатков после прохода машины, г;

S_0 - площадь учетной площадки до прохода машины, м².

При разработке методики обработки результатов исследований были учтены положения ГОСТы и рекомендации. Определение оценок и доверительных границ проводим в соответствии с ГОСТ 11.0004–74 «Прикладная статистика. Правила определения оценок и доверительных границ для параметров нормального распределения» [7].

Испытания плуга полунавесного оборотного ПЛН-4–35 (Э) проводились на полях в Зеноновском районе, ЗКО на вспашке почвы по стерне кормовых культур. Анализ полученных данных показывает, что опытный плуг во всех вариантах обеспечивает заданную глубину обработки равную 20,0–31,2 см, что отвечает требованиям ТУ (20–30 см). Среднее квадратическое отклонение (0,8–2,3 см) отвечало требованиям ТУ (± 2 см). Опытный плуг устойчив в работе по ширине захвата и отклонение фактической ширины захвата (0,8–8,8 %) не превышало требуемые по ТУ (± 10 %). Выравненность поверхности поля была хорошей, и высота гребней составила 3,9–4,9 см (по ТУ не более 5,0 см). При этом качество крошения, комки почвы размером более 50 мм, составило:

- с активно-пассивными рыхлящими элементами 28,6÷30,8 %;
- с рыхлящими элементами в виде сигментных дисков 26,5÷28,2 %;

Степень заделки растительных и пожнивных остатков на всех вариантах отвечало требованиям ТУ. Глубина заделки растительных и пожнивных остатков составило 14,1–26,4 см, по ТУ (12–15 см). Забивания и залипания рабочих органов почвой и растительными остатками наблюдалось с рыхлящими элементами 3-го и 4-го типа.

Выводы. Технической задачей изобретения является повышение качества крошения почвы, удовлетворение требованиям агротехники. Техническая задача решается трехъярусными рыхлящими элементами расположенными на груди отвала корпуса плуга. Таким образом, опытный плуг ПЛН-4–35 (Э) устойчиво выполняет технологический процесс по всем агротехническим показателям, отвечающих требованиям ТУ и агротехническим требованиям.

Список использованных источников

1. Завражнов А.И. Современные проблемы науки и производства в агроинженерии: Учебник / Под ред. А.И. Завражнова. — СПб.: Издательство «Лань», 2013. — 496 с.: ил.
2. Балашов А.В. Блочно–модульный агрегат для возделывания пропашных культур / А.И. Завражнов, А.Н. Омаров, Ж.Ж. Зайнушев, С.В. Соловьёв // Вестник Мичуринского государственного аграрного университета. Мичуринск, 2015. № 2. С. 163-170.
3. Патент № 82676 Республика Казахстан, (11) 28410 (54) Корпус плуга / В.Х. Мухамеджанов, А.Ш. Давлетьяров, М.Ж. Мухамбетов, Д.Д. Кереев, Н.С. Хаиров: заявитель и патентообладатель (73) РГП ПВХ «Западно-Казахстанский аграрно-технический университет имени Жангир хана» МОН РК – (21) 2013/0735.1, (22) 03.06.2013;
4. Мухамеджанов В.Х. Рыхлящие элементы лемешного плуга, результаты полевых исследований с рыхлящими элементами в условиях ЗКО / А.Ш. Давлетьяров, В.Х. Мухамеджанов, М.Ж. Мухамбетов, Д.Д. Кереев, Н.С. Хаиров // Ежемесячный научный журнал «Молодой ученый», г. Казань, 2014. № 6 (65). С. 363-366.
5. Омаров, А.Н. Исследование процессов совмещения механических и химических способов обработки посевов свеклы / А.Н. Омаров // «Наука в центральной России» – Тамбов. – 2016. – № 3. – С. 54-60
6. Патент № 6647 Республика Казахстан, «Корпус плуга» на полезную модель, МОН РК 2021/0963. 2. / В.Х. Мухамеджанов, А.М. Биниязов, А.Н. Омаров, И.М. Павлов, М.И. Бекишев, Л.А. Чурикова: заявитель и патентообладатель частное высшее профессиональное образовательное учреждение "Западно-Казахстанский инновационно-технологический университет" (KZ) - заявление. 08.10.2021; опубли. 14.10.2022.
7. ГОСТ 11.0004–74 «Прикладная статистика. Правила определения оценок и доверительных границ для параметров нормального распределения» / 21.02.1974 Государственный комитет стандартов Совета Министров // Дата актуализации: 01.02.2020
8. Курочкин, И. М. Производственно-техническая эксплуатация МТП : учебное пособие для студентов дневного и заочного обучения по направлению 110800 "Агроинженерия" / И. М. Курочкин, Д. В. Доровских ; И. М. Курочкин, Д. В. Доровских ; 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", 2012. – 199 с. – ISBN 9785826510971.
9. Глазков, Ю. Е. Применение цифровых технологий при планировании работы тракторного 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. Зонина, Ижевск, 11–13 декабря 2019 года. – Ижевск: Ижевская государственная сельскохозяйственная академия, 2020. – С. 18-23.
10. Глазков, Ю. Е. Развитие информационного обеспечения управления АПК / Ю. Е. Глазков, Д. В. Доровских // Импортозамещающие 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.
11. 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 978-5-8265-1056-8. – EDN QNXZAH.
12. Глазков, Ю. Е. Сельскохозяйственные машины : Учебное пособие / Ю. Е. Глазков, В. П. Капустин. – Москва : Общество с ограниченной ответственностью «Научно-издательский центр ИНФРА-М», 2015. – 280 с. – (Бакалавриат). – ISBN 978-5-16-010345-7. – EDN VHUJIT.

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ВЫСЕВАЮЩЕГО АППАРАТА ДЛЯ ПОСЕВА СЕМЯН СОИ ГНЕЗДОВЫМ СПОСОБОМ

Хайруллина Сабина Гумаровна,

*НАО "Западно-Казахстанский аграрно-технический университет имени Жангир хана", PhD, к.т.н.,
заместитель директора политехнического института
e-mail: hsg1988@mail.ru*

Балашов Александр Владимирович,

*ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт использования техники и
нефтепродуктов в сельском хозяйстве», д.т.н., доцент, заведующий лабораторией
«Использование машинно-тракторных агрегатов»
e-mail: ntc.agro@yandex.ru*

Стрыгин Сергей Петрович,

*ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт использования техники и
нефтепродуктов в сельском хозяйстве», к.т.н., ведущий научный сотрудник лаборатории
«Использование машинно-тракторных агрегатов»
e-mail: sew1982@gmail.com*

Синельников Александр Алексеевич,

*ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт использования техники и
нефтепродуктов в сельском хозяйстве», к.т.н., старший научный сотрудник лаборатории
«Использование машинно-тракторных агрегатов»
e-mail: ntc.agro@yandex.ru*

Главной задачей современного растениеводства является удовлетворение населения и животных продуктами белкового происхождения. Особое место в решении проблемы производства белка отводится сое. [1 – 3]

Соя - важная белково-масличная культура мирового уровня, которая имеет продовольственное, целебное, кормовое, техническое и агротехническое значения. Пищевые продукты, вырабатываемые из семян сои широко применяются для кормовых целей, для приготовления хлебобулочных, крупяных и кондитерских изделий, а также востребованы в лакокрасочной, текстильной, парфюмерной, фармацевтической, бумажной и в других технических промышленности. [4 – 6]

Поэтому повышение производства сои является актуальной задачей, имеющей народнохозяйственное значение для развития страны.

Были рассмотрены существующие способы посева сои, выявлены преимущества и недостатки. На основании анализа современных технологий возделывания сои и проведенного предварительного полевого опыта нами предложен гнездовой способ посева, при котором семена распределяются не сплошными рядами, а гнездами - по 3 зерен в группе, рисунок 1. [6, 7]



Рисунок 1 – Гнездовое размещение растений сои в рядке

Гнездовой способ посева характеризуется двумя размерами: шириной междурядий и расстоянием между гнездами, а также числом семян в гнезде. При таком способе посева достигается лучшая освещенность благодаря чему растения лучше развивают корневую систему и надземные части, что способствуют высокому прикреплению нижних бобов на растениях и уменьшению потерь при уборке.

Облегчается обработка посевов механизированным способом, а также требуется меньше семян на единицу площади, средств защиты для предпосевной обработки и инокулянтов, чем при рядовом способе посева. [8]

Однако гнездовой способ распространения не получил из-за отсутствия специализированных сеялок. Для посева семян гнездовым способом с заданной нормой высева необходимо иметь механическую сеялку с высевальными аппаратами, оснащенными дисками с отверстиями, диаметр которых должен быть равен размеру семян, и размещенными группами с заданным количеством и обоснованным интервалом на окружности определенного диаметра и обоснованной длиной дуги между группами отверстий. Поэтому целью работы было совершенствование аппарата для посева семян сои гнездовым способом.

На основании проведенного анализа литературных источников выявлены преимущества и недостатки сеялок, используемых для высева семян пропашных культур. [9] Для дальнейшего исследования выбран механический высевальный аппарат как простой по конструкции и надежный в работе, который обеспечивает равномерное распределение семян. [10]

Выполнено теоретическое обоснование конструктивных параметров высевального аппарата для гнездового посева семян сои. Определена вместимость бункера, сформулированы условия западания семени в ячейку и её длина, определены интервалы между семенами в гнезде и между гнездами, а также схемы расположения зон на высевальном диске, рисунок 2, и ячейки с канавкой. [11 – 14]

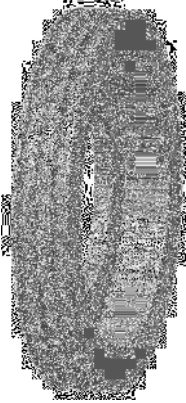


Рисунок 2 –
Высевальный диск

С учетом теоретических исследований была разработано и запатентовано устройство для гнездового высева (патент РФ 2685733). [15]

Лабораторно-стендовые исследования изготовленного диска проводили в лаборатории «Использование МТА» ФГБНУ ВНИИТиН на модернизированном высевальном аппарате. [12, 16, 17]

В ходе лабораторных исследований определялась равномерность распределения семян по длине рядка методом измерения временных интервалов между выбросами семян из ячеек высевального диска с помощью датчика высева семян. Для определения оптимальных параметров высевального аппарата и скоростных режимов работы посевного агрегата были использованы методы теории планирования многофакторных экспериментов с применением планов Бокса второго порядка. [12]

Лабораторно-стендовые исследования позволили определить, с учетом нормы высева, конструктивно-режимные параметры высевального аппарата для гнездового посева сои, обеспечивающие максимально возможную равномерность интервалов времени между выбросами семян из ячеек высевального диска. Качественные показатели процесса высева семян были получены у высевального диска с трапециевидной канавкой, глубиной ячейки 8 мм, при частоте вращения 18 мин⁻¹. Высевальный аппарат обеспечивал заполняемость ячеек на 97-99% при частоте вращения диска 18 мин⁻¹, дробление семян менее 1%. Коэффициент вариации интервалов времени между выбросами семян из ячеек высевального диска изменялся в пределах 0,11 - 0,2. [12]

На рисунке 3 представлены значения коэффициента вариации распределения временных интервалов и дробления семян, в зависимости от частоты вращения высевального диска.

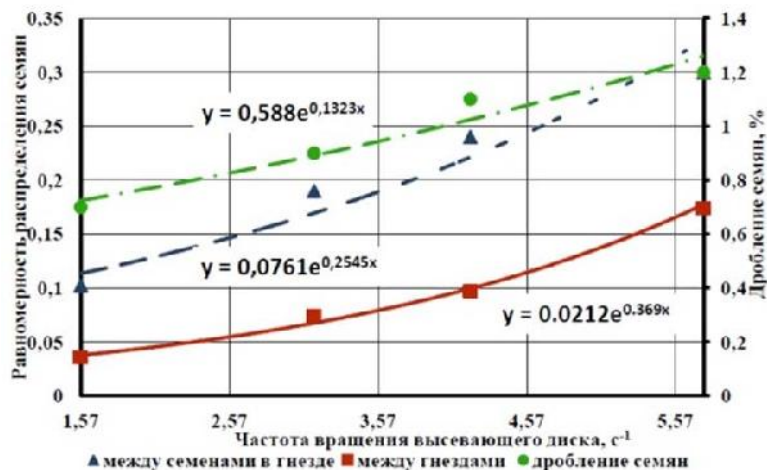


Рисунок 3 – Результаты лабораторных исследований экспериментального высевального аппарата для гнездового посева сои

Коэффициент вариации распределения семян в группе, в зависимости от режима работы экспериментального аппарата, изменялся от 0,1 до 0,3, а между группами семян составлял от 0,045 до 0,17. Дробление семян, в зависимости от частоты вращения диска высевашевого аппарата, варьировалось от 0,8 до 1,21%.

По результатам лабораторных исследований аппарата для посева семян сои гнездовым способом разработана механическая сеялка, рисунок 4, изготавливаемая на базе пропашной сеялки ССТ-12 с усовершенствованной кинематикой механизма привода и новым высевашевым аппаратом. На сеялке устанавливаются 12 секций рабочих органов. [18]



Рисунок 4 – Сеялка для посева семян сои гнездовым способом

Посев сои проводили на опытной делянке в МФП “Нива” Тамбовского района Тамбовской области, по результатам которого определяли качественные показатели работы посевного агрегата (неравномерность высева, глубина заделки семян и т.д.).

Значения интервалов между семенами в гнездах, и между гнездами в рядке, измеренные по всходам сои посеянных модернизированной сеялкой для гнездового посева с системой контроля высева семян имеют некоторые отклонения, не превышающие агротехнические требования. Так, при скорости посевного агрегата 1,64 м/с большинство семян были размещены с интервалом от 39 до 46 мм (при расчетном интервале 42 мм), расстояния между гнездами в рядке варьировали от 79 до 84 мм (расчетное значение – 82 мм). [19]

После уборки был проведен анализ семян сои на содержание сухого вещества, протеина, клетчатки, жиров, сырой золы, безазотисто экстрактивных веществ (БЭВ): крахмал, простые сахара (глюкоза, фруктоза, сахароза, галактоза), структурные полисахариды (гемицеллюлоза, пектиновые вещества, слизи), результаты которого представлены в таблице 1.

Таблица 1

Химический состав семян сои

Делянка	Сухое вещество, %	Сырой протеин, %	Сырая клетчатка, %	Сырая зола, %	Сырые БЭВ, %	Сырой жир, %
Контрольная	94,00	35,9	7,79	5,66	18,37	20,7
Опытная	93,20	40,94	7,79	5,63	18,34	20,5

Анализируя данные таблицы, видно, что при гнездовом посеве химический состав семян сои практически не отличается.

По результатам исследований, с учетом массы 1000 семян, густоты насаждений растений и влажности зерна, была рассчитана биологическая урожайность сои на исследуемых делянках, суммарная площадь листьев на одном растении в фазе созревания бобов, среднее количество зерен на одном растении, рисунок 5. [19]

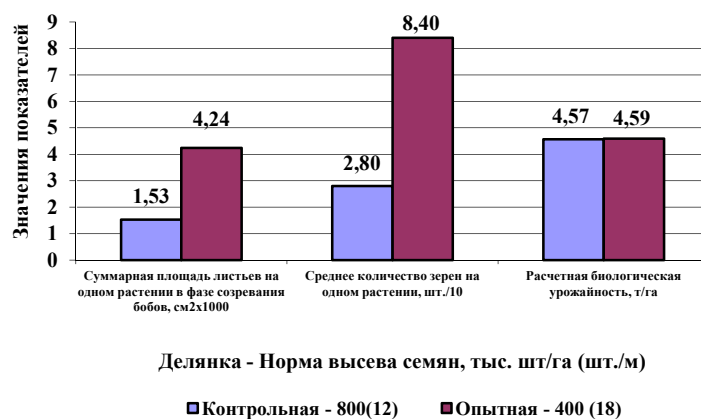


Рисунок 5 – Результаты биологической урожайности сои

Результаты полевых опытов показали, что при гнездовом способе посева растения сои лучше развиваются. Установлено, что суммарная площадь листьев на одном растении, в фазе созревания бобов, на опытной делянке в 2,77 раза больше, чем на контрольной, а среднее количество зерен на одном растении на опытной делянке больше в 3 раза по сравнению с контрольной делянкой. Биологическая урожайность сои при гнездовом способе посева на опытной делянке, была получена более 4 т/га, что на 5% больше, чем при сплошном посеве на контрольной делянке, несмотря на повышенную в 2 раза норму высева на ней. Высота прикрепления нижних бобов на растениях опытной делянке составляла от 140 до 170 мм, на контрольной делянке от 80 до 120 мм. Высокое расположение бобов влияет на потери зерна при уборке, когда жатка комбайна устанавливается на низкий срез. [19]

Экономический эффект (от повышения урожайности сои, стоимости семян при снижении нормы высева, затрат на инокулянты) составляет на 100 га более 650 тыс. руб., что дает возможности перекрыть эксплуатационные затраты. [20]

Список использованных источников

1. Cyntia Silva, F. Encrypted antimicrobial and antitumoral peptides recovered from a proteinrich soybean (*Glycine max*) by-product / F. Cyntia Silva, V. Mauricio Afonso, V. Giovani Carlo, P. Patricia Ribeiro, P. Vania Margaret Flosi, D. Eduardo Mere // *Journal of Functional Foods*. – 2019. – № 54. – P. 187-198.
2. Chathurika, W. Soybean seed physiology, quality, and chemical composition under soil moisture stress / W. Chathurika, K. Raja Reddy, B. Nacer // *Food Chemistry*. – 2019. – № 278. – P. 92-100.
3. Miransari, M. Soybean N fixation and production of soybean inocula / M. Miransari // *Abiotic and Biotic Stresses in Soybean Production*. – 2016. – P. 107 – 129.
4. Антонов, С.И. Соя – универсальная культура / С.И. Антонов // *Земледелие*. – 2000. – № 1. – С. 15.
5. Белоногов, А. Соя – культура больших возможностей / А. Белоногов, Л. Половинко, Д. Левантин // *Молочное и мясное скотоводство*. – 1999. – № 6. – С. 13-14.
6. Глазков, Ю. Е. Сельскохозяйственные машины : Учебное пособие / Ю. Е. Глазков, В. П. Капустин. – Москва : Общество с ограниченной ответственностью «Научно-издательский центр ИНФРА-М», 2015. – 280 с. – (Бакалавриат). – ISBN 978-5-16-010345-7. – EDN VHUIIT.
7. Ващенко, А.П. Соя на Дальнем Востоке / А.П. Ващенко, Н.В. Мудрик, П.П. Фисенко, Л.А. Дега, Н.В. Чайка, Ю.С. Капустин. – Владивосток: Дальнаука. – 2010. – С. 435.
8. Хайруллина, С.Г. Результаты проведения полевого опыта по способам посева семян сои сорта «Лиссабон» в Тамбовской области /С.Г. Хайруллина, В.П. Капустин, А.В. Балашов, С.В. Дидоренко // *Вестник Государственного университета имени Шакарима города Семей*. №3 (83), 2018. – г. Семей – 2018. – С. 297-302.
9. Курочкин, И. М. Производственно-техническая эксплуатация МТП : учебное пособие для студентов дневного и заочного обучения по направлению 110800 "Агроинженерия" / И. М. Курочкин, Д. В. Доровских ; И. М. Курочкин, Д. В. Доровских ; 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", 2012. – 199 с. – ISBN 9785826510971.

10. Балашов, А.В. Исследование высевашего аппарата механической сеялки для гнездового посева семян сои / А.В. Балашов, С.П. Стрыгин, В.П. Капустин, С.Г. Хайруллина // Научно-практический журнал Западно-Казахстанского аграрно-технического университета имени Жангир хана, №2(51) 2018. – г. Уральск. – 2018. – С. 108-112.
11. Зазуля, А.Н. Теоретическое обоснование параметров диска высевашего аппарата сеялки для гнездового посева семян сои / А.Н. Зазуля, А.В. Балашов, С.П. Стрыгин, А.А. Синельников, С.Г. Хайруллина // Российская сельскохозяйственная наука. 2019. – № 2. – С. 69-71.
12. Зазуля, А.Н. Определение конструктивно-режимных параметров аппарата для гнездового посева семян сои / А.Н. Зазуля, А.В. Балашов, С.П. Стрыгин, А.А. Синельников, С.Г. Хайруллина // Наука в центральной России. 2019. – №3. – С. 15-19.
13. Балашов, А.В. Обоснование параметров зон диска для посева семян сои / А.В. Балашов, С.П. Стрыгин, А.Н. Зазуля, В.П. Капустин, С.Г. Хайруллина // Инфокоммуникационные и интеллектуальные технологии на транспорте: матер. I межд. науч. прак. конф. 12-13 декабря 2018 года. – Липецк: Изд. «Липецкий государственный технический университет», 2018. – С. 26-34.
14. Балашов, А.В. Теоретическое обоснование конструктивно-режимных параметров сеялки для гнездового посева семян сои / А.В. Балашов, С.П. Стрыгин, А.А. Синельников, С.Г. Хайруллина // Наука в центральной России. 2018. - №4. - С. 4-12.
15. Патент №2685733 Российская Федерация, МПК АО С1 7/04. Устройство для гнездового высева семян / А.В. Балашов, В.П. Белогорский, С.П. Стрыгин, А.А. Синельников, С.Г. Хайруллина, Н.Ю. Пустоваров; заявитель и патентообладатель ГНУ ВНИИТиН Россельхозакадемии. – № 2018105648, заяв.14.02.2018; опубл. 23.04.2019, Бюл. №12. – 7 с: ил.
16. Балашов, А.В. Определение физико-механических свойств семян сои / А.В. Балашов, С.П. Стрыгин, А.А. Синельников, В.П. Капустин, С.Г. Хайруллина // Наука в центральной России. - 2017. – № 2. – С. 5-12.
17. Балашов, А.В. Результаты исследования высевашего аппарата механической сеялки для посева семян сои гнездовым способом / А.В. Балашов, А.Н. Зазуля, В.П. Капустин, С.П. Стрыгин, С.Г. Хайруллина // АгроФорум. 2019. - №1. - С. 18-19.
18. Хайруллина, С.Г. Механическая сеялка для посева семян сои гнездовым способом / С.Г. Хайруллина, А.Н. Зазуля, С.П. Стрыгин // Сельский механизатор. 2019. - № 4. - С. 14-15.
19. Балашов, А.В. Исследование контролируемого гнездового посева семян сои / А.В. Балашов, С.П. Стрыгин, А.А. Синельников, Н.Ю. Пустоваров, С.Г. Хайруллина // Наука в центральной России. 2017. - № 6. - С. 6-17.
20. Хайруллина, С.Г. Совершенствование высевашего аппарата для посева семян сои гнездовым способом: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.20.01 / С.Г. Хайруллина. – Мичуринск-наукоград, 2019. – 20 с.

УДК 631.363.2
ГРНТИ 68.85.35

К ОБОСНОВАНИЮ ПЕРСПЕКТИВНОЙ СХЕМЫ ИЗМЕЛЬЧИТЕЛЯ КУСКОВЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ПРИМЕРЕ ЗЕРНА

Чуйков Валерий Евгеньевич,
ООО "ФормаДел" г.Пенза, инженер,
e-mail: epnz@yandex.ru

Народное хозяйство в процессе обеспечения жизнедеятельности людей использует разнообразные материалы. Среди них наибольшее количество перерабатывается кусковых материалов. Одной из основных и энергозатратных операций переработки является измельчение. В строительстве это измельчение на гравий и щебень гранита, известняка и других полезных ископаемых, в металлургии – измельчение руды, в сельском хозяйстве и пищевой промышленности – измельчение сырьевых пищевых продуктов и кормов. Каждый вид сырья имеет свои особенности, однако для последующего использования частицы готового измельченного продукта должны быть существенно мельче частиц исходного сырья.

Существует большое количество конструкций измельчающих устройств, однако, традиционно, со времен СССР (по ГОСТ 14916-82 [1]): «Разрушение твердого кускового материала на мелкие куски»

носит название «Дробление», а соответственно машина для дробления имеет название – Дробилка (Рисунок 1) [1].

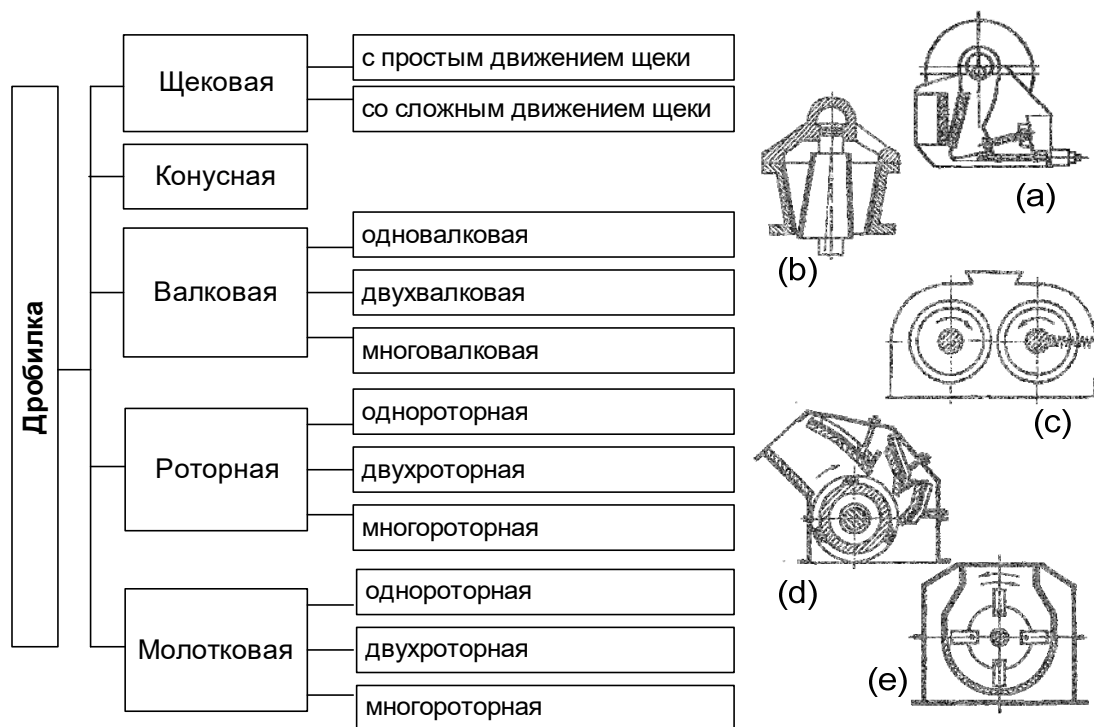


Рисунок 1 - Классификация устройств для разрушения твердого кускового материала по ГОСТ 14916–82 [1]: а) дробилка щековая; б) дробилка конусная; с) дробилка валковая; д) дробилка роторная; е) дробилка молотковая

Дробилки кусковых материалов подразделяются на ряд классов.

Дробилка щековая (ГОСТ 27412-93 [2]), дробление в которой осуществляется сжатием материала между щеками (Рисунок 1.а) [1]. В сельском хозяйстве данный класс дробилок практически не применяется.

Дробилка валковая (ГОСТ 18266-72 [3]), дробление в которой осуществляется сжатием материала между вращающимися валками или валком и неподвижной плитой. По количеству валков дробилки различаются: “Одновалковая”, “Двухвалковая”, “Трехвалковая” и т.д. (Рисунок 1.с) [1]. Указанные рабочие органы в сельском хозяйстве применяются как для расплющивания стеблей для подвяливания зеленой массы, а так же для плющения зерна. При гладких вальцах образуются хлопья с развитой системой трещин, способствующих лучшему усвоению продукта животными. Однако размеры хлопьев не соразмерны мучнистым продуктам при получении смеси. При наличии рифлей валков обеспечивается скалывание частиц зерновок.

Дробилка роторная (ГОСТ 12376-71 [4]; ГОСТ 7090-72 [5]), дробление в которой осуществляется ударами бил, жестко закрепленных на вращающемся вокруг горизонтальной оси роторе (Рисунок 1.д) [1]. Данные дробилки достаточно эффективны, однако при применении в сельском хозяйстве и измельчении кормов возможны поломки ввиду попадания инородных предметов (камни, металлические предметы).

Дробилка молотковая (ГОСТ 7090-72 [6]), дробление в которой осуществляется ударами молотков, шарнирно закрепленных на вращающемся роторе (Рисунок 1.е) [1]. Для дробления зерна, грубых, сухих и влажных зеленых кормов, зерноотрубной массы и початков кукурузы и пищевых отходов применяется ГОСТ 28098-89-Дробилки кормов молотковые [7]. Указанный класс дробилок обладает высокой производительностью, эффективностью, однако при измельчении зерна и получении сенольной муки имеет проблемы с гранулометрическим составом готового продукта. Завышена доля пылевидных частиц, нарушающих нормальную работу органов дыхания и желудочно-кишечного тракта. Требования безопасности дробилок для фермерских и приусадебных хозяйств регламентированы ГОСТ Р ИСО 11448–2002 [8].

Для мокрого измельчения материалов (кроме пластичных) могут использоваться также *мельницы стержневые и шаровые* (ГОСТ-10141-91 [9]). При производстве цемента используется ГОСТ 12367-85 [10]. В сельском хозяйстве используются для получения муки сухим способом жерновые поставы. В данном случае за счет защемления измельченной зерновой массы в канавках производится раздавливание массы и образование муки. Угол защемления канавок определяет скорость перемещения массы в канавке, и тем самым производительность мельницы и помол продукта.

Дробилка конусная (ГОСТ 6937-91 [11]), дробление в которой осуществляется сжатием материала между конусами, расположенными один внутри другого (Рисунок 1.б) [1]. Данный класс дробилок в сельском хозяйстве не получил широкого распространения.

Анализируя конструкции основных классов дробилок и измельчающих устройств, а так же низкие энергозатраты у измельчителей скальвающего типа [12-16], видим целесообразность осуществления измельчения зерна за счет комбинированного воздействия, сочетающего положительные стороны разных классов дробилок.

Считаем перспективным использование конструкции на основе конусных дробилок с усовершенствованием технологического процесса дробления за счет скальвания части зерновок при воздействии рабочих граней винтовых канавок конических рабочих органов. Для обеспечения безаварийной работы дробилки следует использовать предохранительные устройства сетчатого и магнитного действия.

Список использованных источников

1. ГОСТ 14916-82 Дробилки. Термины и определения. – М., 1982. - 14 с.
2. ГОСТ 27412-93 Дробилки щековые. Общие технические условия. – М., 1991. - 16 с.
3. ГОСТ 18266-72 Дробилки валковые с гладкими и рифлеными валками – М., 1973. - 16 с.
4. ГОСТ 12376-71 Дробилки однороторные среднего и мелкого дробления. Технические условия. – М., 1972. - 16 с.
5. ГОСТ 7090-72 Дробилки однороторные крупного дробления. Технические условия. – М., 1972. - 13 с.
6. ГОСТ 7090-72 Дробилки молотковые однороторные. Технические условия. – М., 1985. – 12 с.
7. ГОСТ 28098-89 Дробилки кормов молотковые. Общие технические требования. – М., 1991. – 3 с.
8. ГОСТ Р ИСО 11448-2002. Измельчители и дробилки передвижные с автономным приводом. Требования безопасности и методы испытаний. – М., 2002. - с.14
9. ГОСТ-10141-91 Мельницы стержневые и шаровые. Общие технические требования. –М., 1992. – 16с.
10. ГОСТ 12367–85 (СТ СЭВ 5175–85, СТ СЭВ 6322-88) * Мельницы трубные помольных агрегатов. Общие технические условия. – М., 1985. – 16 с.
11. ГОСТ 6937-91 Дробилки конусные. Общие технические требования. – М., 1992. - 14 с.
12. Абрамов, А.А. Обоснование параметров и режимов работы измельчителя зерна скальвающего типа / автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук / Донской государственной технической университет. - Ростов-на-Дону, 2006. – 20 с.
13. Исследование устройства измельчения сыпучих материалов скальвающего типа / Коновалов В.В., Чупшев А.В., Терюшков В.П., Чириков А.П., Родионов Ю.В. // XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс. 2016. - № 2 (30). - С. 57-63.
14. Коношин, И.В. Совершенствование процесса измельчения и обоснование конструктивно-режимных параметров молотковой дробилки с решетом спиралевидной формы / автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук / Воронежский государственный аграрный университет им. К.Д. Глинки. - Воронеж, 2004. – 20 с.
15. Обоснование рациональных параметров устройства измельчения кормов скальвающего типа / Коновалов В.В., Чупшев А.В., Терюшков В.П., Чириков А.П. // XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс. 2015. - № 2 (24). - С. 140-145.
16. Патент № 2188149 С1 Российская Федерация, МПК В65G 53/28. Способ пневматического транспортирования сыпучего материала : № 2001129691/28 : заявл. 05.11.2001 : опубл. 27.08.2002 / 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. – EDN GVGBAA.

О НЕОБХОДИМОСТИ РЕЗЕРВИРОВАНИЯ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ТЕХНИКИ В ФЕРМЕРСКИХ ХОЗЯЙСТВАХ

Сазонов Сергей Николаевич,

Тамбовская областная общественная организация Всероссийской общественной организации ветеранов (пенсионеров) войны, труда, вооруженных сил и правоохранительных органов, профессор, заместитель председателя, e-mail: snsazon@mail.ru.

Периодически возникают горячие дискуссии о том, какая техника должна использоваться в фермерских хозяйствах. В начале 1990-х считалось общепризнанным, что в российских фермерских хозяйствах будет востребована, прежде всего, маломощная и малогабаритная техника. Логика такого умозаключения строилась на совершенно необоснованном использовании той же самой нормативной базы, что применялась при определении состава и структуры машинно-тракторного парка в крупных хозяйствах. В результате, например, были получены данные о том, что при возделывании озимой пшеницы на площади 90 га вполне достаточным будет использование 0,2 трактора ДТ-75 + 0,2 трактора МТЗ-50 + 0,2 трактора Т-150К [1, с.366]. В принципе, аналогичные данные были получены в ВНИЭТУСХ, НПО ВИСХОМ, НАТИ [2].

Изначально мы не разделяли эту точку зрения. Важным аргументом против использования малогабаритной техники стал анализ технического оснащения зарубежных фермерских хозяйств. Оказалось, что, вопреки распространенному мнению, зарубежные фермеры, начиная со второй половины 1980-х годов, стали отдавать предпочтение мощной и высокопроизводительной технике. Так, с 1984 года средняя мощность тракторов «в поставке» составляла в США 75 кВт, тогда как в СССР - лишь 65,4 кВт. [3, с.64]. В Канаде за 1988-1989 годы продажа сельскохозяйственных тракторов с мощностью двигателя до 73,5 кВт сократилась на 12,8% при одновременном росте продаж тракторов с мощностью двигателя свыше 73,5 кВт на 26,6% [3, с.73]. В Великобритании в то же время объем продаж тракторов мощностью свыше 71 кВт составлял около 80% [3, с.84]. Очевидно, что, коль зарубежные фермеры не смогли обойтись только маломощной техникой, то не следует ожидать этого и от отечественных фермеров.

Указанные умозаключения были подтверждены нами в процессе многолетнего мониторинга деятельности фермерских хозяйств [4-11]. Например, установлено, что среднесуточная занятость фермеров (T_c) в период весенне-полевых работ в среднем составляет 9,8 часа. Получены корреляционные зависимости, описывающие затраты времени на выполнение каждого вида полевых механизированных работ. Так, суточная занятость фермера при выполнении полевых механизированных работ (T_c) описывается зависимостью:

$$T_c = 407,53 - 0,294 \cdot T_1 + 0,202 \cdot T_{вс} + 0,833 \cdot T_{пз} - 0,077 \cdot T_{обс},$$

где: T_1 - время основной работы, ч; $T_{вс}$ - вспомогательное время, ч; $T_{пз}$ - подготовительно-заключительное время, ч; $T_{обс}$ - время организационно-технического обслуживания, ч.

Выявлено, что наиболее весомыми являются затраты времени на подготовительно-заключительные работы, они на 78,56% определяют величину суточной занятости фермера. Влияние времени основной работы оценивается только в 15,91% (табл.1).

Таблица 1.

Параметры корреляционной зависимости

Фактор	Среднее значение	Коэффициенты		
		корреляции R	эластичности	весомости
T_1	150	-0,251	0,0751	15,91
$T_{вс}$	54	0,185	0,0184	3,91
$T_{пз}$	261	0,874	0,3705	78,56
$T_{обс}$	58	0,608	0,0076	1,62

Для оценки влияния изменения каждого из указанных факторов на результирующую переменную (T_c) получены парные зависимости. Так, взаимосвязь наиболее весомого фактора ($T_{пз}$) и суточной занятости фермера запишется в виде: $T_c = -0,01 \cdot T_{пз}^2 + 7,69 \cdot T_{пз} - 666,69$.

Определим оптимальное значение фактора $T_{пз}$.

$$\frac{dT_c}{dT_{n3}} = -0,02 \cdot T_{n3} + 7,69 = 0 \quad \text{Или} \quad T_{n3_{opt}} = 384,5 \text{ мин.}$$

Аналогично получены зависимости для остальных факторов (см. табл.2).

Таблица 2.

Зависимость среднесуточной занятости фермера от составляющих затрат времени при индивидуальной работе, мин

Аналитическое выражение	Оптимум		Интервалы изменения Tc	
	Ti	Tc	возрастания	убывания
$T_c = 1003 \cdot e^{2 \cdot 10^{-5} \cdot T_1^2 - 0,007 \cdot T_1}$	172	548	$T_1 > 172$	$T_1 < 172$
$T_c = 51,35 \cdot T_{bc}^{0,8} \cdot e^{-0,012 T_{bc}}$	67	759	$T_{bc} < 67$	$T_{bc} > 67$
$T_c = -0,01 \cdot T_{n3}^2 + 7,69 \cdot T_{n3} - 666,7$	385	812	$T_{n3} < 385$	$T_{n3} > 385$
$T_c = 447 \cdot e^{-3,8 \cdot 10^{-5} \cdot T_{обс}^2 + 0,007 \cdot T_{обс}}$	97	616	$T_{обс} < 97$	$T_{обс} > 67$

Но величины среднесуточной занятости фермера при выполнении полевых механизированных работ напрямую зависят от вида выполняемой технологической операции, поэтому построены диаграммы удельных их показателей (в процентах) в зависимости от вида технологической операции (рис. 1).

Как следует из данных, представленных на диаграммах, время основной работы при индивидуальном использовании машинно-тракторных агрегатов (последовательный метод выполнения полевых механизированных работ) составляет в среднем 26,4% от суточной занятости фермера. При этом диапазон варьирования данного показателя составляет от 12,6% на уборке зерновых до 40,2% на прикатывании посевов.

Время вспомогательных работ составило в среднем 9,1% от суточной занятости фермера и колебалось от 4,6% на бороновании до 20,7% на посеве. Удельный вес подготовительно-заключительных работ в среднем составил 43,8%: от 38,7% на культивации до 60,6% на бороновании.

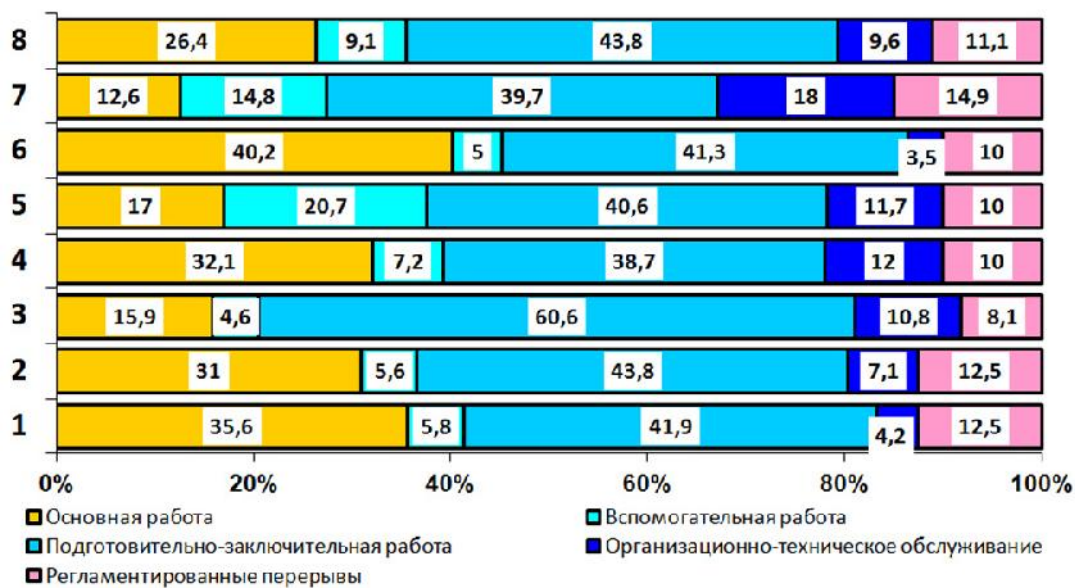


Рисунок 1 - Структура суточного рабочего времени фермера при выполнении полевых механизированных работ: 1-дисконирование; 2- вспашка; 3-боронование; 4-культивация; 5-посев; 6- прикатывание; 7-уборка; 8-среднее

Удельный вес времени на организационно-техническое обслуживание в структуре суточного рабочего времени фермера колеблется от 3,5% на бороновании до 18% на уборке зерновых культур и составляет в среднем по всем операциям 9,6%. Удельный вес времени регламентированных перерывов составил от 8,1% на бороновании до 14,9% на уборке.

Выводы. При использовании техники в фермерском хозяйстве время основной работы составляет в среднем только 26,4%. Исходя из этого, для обеспечения гарантированного выполнения полевых

механизированных работ с должным качеством и в оптимальные агротехнические сроки необходимо резервировать производительность машинно-тракторных агрегатов, прежде всего, за счет мощности тракторов и иных самоходных сельскохозяйственных машин.

Список использованных источников

1. Справочник фермера - М.: Информагротех, 1992. - 420 с.
2. Фермерское движение в России -М.: РАСХН, 1995 – 80с.
3. Краткий справочник. Мировое сельское хозяйство. Серия «Механизация и электрификация» - М., 1990. - 99 с.
4. 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
5. Ерохин, Г. Н. Оценка эксплуатационных свойств зерноуборочных комбайнов ACROS 530 и John Deere W650 / Г.Н.Ерохин, С.Н.Сазонов, В.В.Коновский //Вестник Мичуринского государственного аграрного университета. - 2014. №1. С. 68-71.
6. Сазонова Д.Д. Ретроспективный анализ оснащённости фермерских хозяйств машинами и механизмами/ Д.Д.Сазонова, С.Н.Сазонов //Экономика: вчера, сегодня, завтра. 2015. -№ 2. С.91-112
7. Рекомендации по определению парка машин и оборудования в крестьянских (фермерских) хозяйствах растениеводческого направления/Сазонов С.Н., Сазонова Д.Д., Попова О.Н., Глотов А.Л. - М.: Информагротех, 1999.
8. Сазонов С.Н. Структура времени использования техники в крестьянских (фермерских) хозяйствах/С.Н. Сазонов, Д.Д. Сазонова, О.Н. Попова и др.//Механизация и электрификация сельского хозяйства. 1996. №8. С.21-23.
9. Сазонова Д.Д. Первоочередные объекты производственной инфраструктуры в фермерских хозяйствах/ Д.Д.Сазонова, С.Н.Сазонов, О.Н.Попова // Техника и оборудование для села. 2006. № 12. С. 14-16
10. Сазонов, С.Н. Обеспечение нефтепродуктами фермерских хозяйств/С.Н. Сазонов, Д.Д. Сазонова, О.Н. Попова//Наука в центральной России. 2013. № 1. С. 51-57.
11. Ерохин, Г.Н. О надёжности работы зерноуборочных комбайнов / Г.Н.Ерохин, С.Н.Сазонов С.Н., В.В.Коновский //Вестник Мичуринского государственного аграрного университета. 2013. №6. С.59-64

УДК 631.333.92

ГРНТИ 68.85.39; 55.57.43

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ УСТАНОВКА ВОРОШИТЕЛЯ-ИЗМЕЛЬЧИТЕЛЯ ПОГРУЗЧИКА ОВЕЧЬЕГО ПОДСТИЛОЧНОГО НАВОЗА

Хмыров Виктор Дмитриевич,

*ФГБОУ ВО «Мичуринский государственный аграрный университет», д.т.н., профессор
кафедры «Технологические процессы и техносферная безопасность»*

Сарбалина Бибигуль Джексенбаевна,

*ФГБОУ ВО «Мичуринский государственный аграрный университет», аспирант кафедры
«Технологические процессы и техносферная безопасность»*

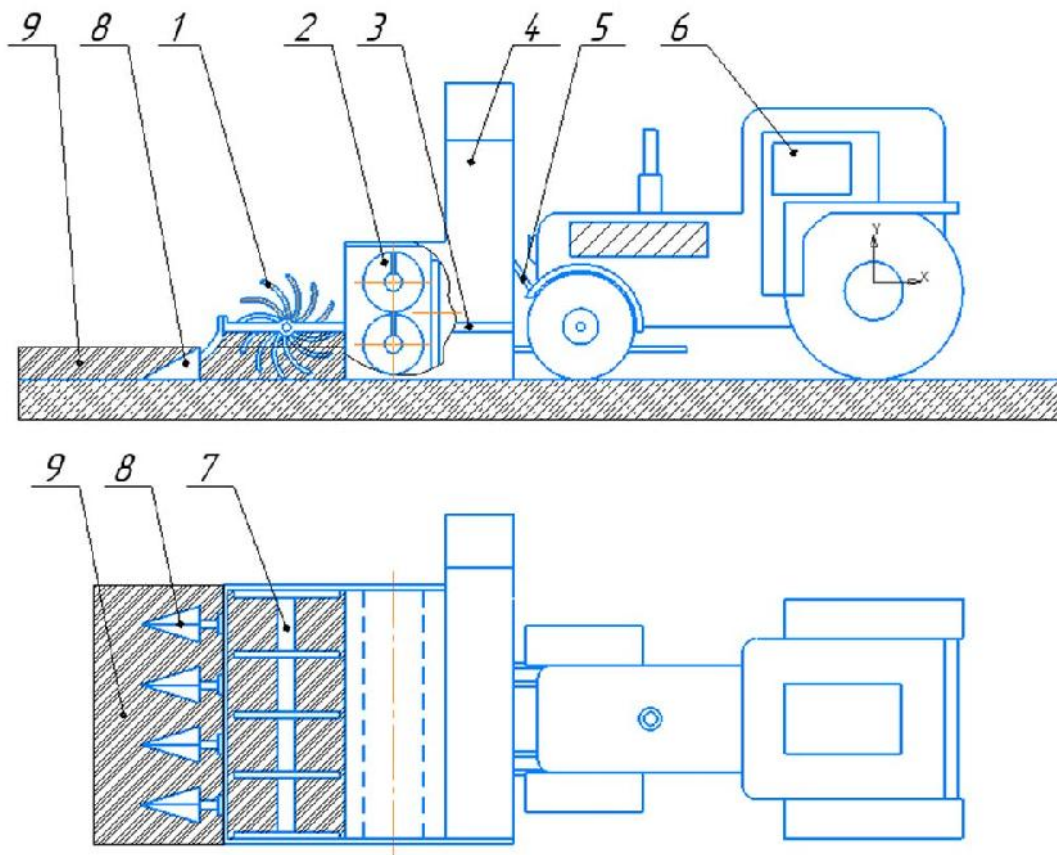
Федорова Кристина Валерьевна,

*ФГБОУ ВО «Саратовский государственный аграрный университет», соискатель,
e-mail: kristi270391@yandex.ru*

Важную роль в сельскохозяйственном производстве занимает овцеводство. Овцеводство обеспечивает население продуктами питания (мясо, молоко, субпродукты) и сырьем для легкой и перерабатывающей промышленности (шерсть, шкуры, кости и кровь).

Помещения для содержания овец строят без промежуточных опор, на отары разделяют переносными щитами и устанавливают поилки и кормушки. В стойловый период при благоприятных климатических условиях овцы находятся на варках, где кормятся и поятся. За стойловый период в

помещениях и на варках накапливается подстилочный навоз толщиной слоя 20...25 см. Навоз из помещений и на варках убирают в весенний период. Через ворота бульдозерами выдвигают на площадку в виде больших кусков и глыб на переработку в органическое удобрение в аэрационные цеха, биореакторы, бурты и наземные траншеи; по агротехническим требованиям размер частиц должен быть 5...10 мм. Такая технология уборки подстилочного навоза требует дополнительную операцию измельчения. Поэтому предлагается конструктивно-технологическая схема ворошителя-измельчителя погрузчика овечьего навоза рисунок 1.



1-игольчатые диски; 2-шнеки-питатели; 3-рама ворошителя-измельчителя; 4-выгрузной транспортер; 5-рама; 6-трактор; 7-вал активных игольчатых дисков; 8-ворошители конической треугольной формы; 9-пласт овечьего навоза.

Рисунок 1 - Ворошитель-измельчитель погрузчик овечьего навоза

Процесс работы ворошителя-измельчителя погрузчика подстилочного овечьего навоза следующий: при внедрении в пласт навоза ворошители 8 конической треугольной формы деформируют и разрушают навоз на куски, активные игольчатые диски 1 при вращении измельчают до размера 5...10 мм. Шнеки-питатели 2 с левыми и правыми винтовыми спиралями перемещают измельченный навоз к выгрузному окну и на выгрузной транспортер, который транспортирует навоз в транспортное средство.

Производительность ворошителя-измельчителя погрузчика подстилочного овечьего навоза описывается формулой:

$$Q=0,1 * V_b * V_s * T_r, \text{ га}$$

Где V_b -ширина захвата ворошителя-измельчителя погрузчика, м; b - коэффициент ширины захвата, 0,9; V -скорость движения ворошителя-измельчителя погрузчика, км/га; σ -коэффициент буксования трактора 0,7...0,8; T -время работы смены, час; r -коэффициент использования времени смены 0,75...0,8.

Зависимость производительности ворошителя-измельчителя погрузчика от скорости движения представлена на рисунке 2.

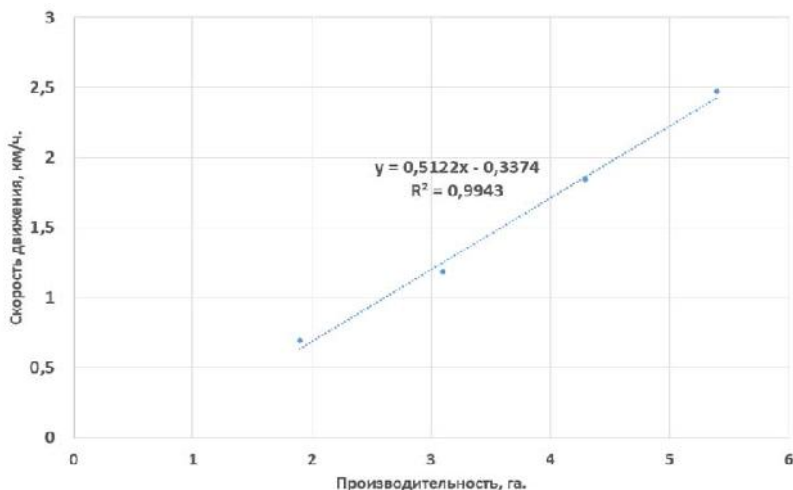


Рисунок 2 - Зависимость производительности ворошителя-измельчителя погрузчика от скорости движения

Из графика рисунок 2 видно, что производительность ворошителя-измельчителя погрузчика в смену 5,4 га при скорости движения 2,3 км/час. Измельченный овечий навоз необходимо загружать в аэрационные цеха, биореакторы и бурты для приготовления высококачественных органических удобрений.

Список использованных источников

1. В.Д. Хмыров, В.Б. Куденко, Б.С. Труфанов Устройство для выгрузки навоза глубокой подстилки // Сельский механизатор. 2008г. №11. С. 34.
2. В.Н. Афанасьев, А.В. Афанасьев Комплексная оценка технологий и технических средств утилизации навоза в // Научно–технические проблемы механизации и автоматизации животноводства: сб. науч. тр / ВНИИМЖ.– Подольск, 2000. Т. 9, Ч. 1. С. 183–190.
3. Куденко, В.Б. Содержание животных на глубокой подстилке // Современные проблемы технологии производства, хранения, переработки и экспертизы качества сельскохозяйственной продукции: материалы межд.науч–практ. конф., 2007. Мичуринск–Наукоград РФ, 2007. Т. 2. С. 279–283.
4. Хмыров, В.Д. Новое в технологии приготовления компоста [Текст] / В.Д. Хмыров, В.Б. Куденко // Роль науки в повышении устойчивости функционирования АПК Тамбовской области: материалы научн.–практ. конф. преподавателей и сотрудников МичГАУ, 17–18 ноября 2004 г.– Мичуринск – Наукоград РФ, 2004. – Т. 3. – С. 198–200с.

УДК 551.51

37.21.03 Метеорологические приборы и методы наблюдений и обработки данных

ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ МОНИТОРИНГА ФИЗИЧЕСКИХ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ

Козел Никита Олегович,

ФГБОУ ВО «Мичуринский государственный аграрный университет», студент инженерного института, e-mail: nik.ko.nik2001@gmail.com

Мартынов Александр Евгеньевич,

ФГБОУ ВО «Мичуринский государственный аграрный университет», студент инженерного института, e-mail: Martynovsasha6821@yandex.ru

Астапов Андрей Юрьевич,

ФГБОУ ВО «Мичуринский государственный аграрный университет», кандидат технических наук, доцент, e-mail: Astapow_a@mail.ru

Аннотация. В представленной статье рассмотрено оборудование для организации интеллектуальных систем мониторинга физиологических метеорологических факторов в сельском

хозяйстве для повышения качества производимой продукции и предотвращения потери урожая.

Ключевые слова: мониторинг, анализ, IoT, датчики, метеостанция.

«Libelium The Plug & Sense! Smart Agriculture Xtreme» позволяет контролировать множество параметров окружающей среды, включая широкий спектр применений, от анализа выращивания растений до наблюдения за погодой.

Узел датчиков Smart Agriculture Xtreme включает в себя надежную метеостанцию, которая позволяет измерять ветер и осадки с помощью оптических технологий. Также узел содержит полный набор датчиков для измерения уровней освещения и различных излучений, таких как ультрафиолетовое излучение, фотосинтетически активная радиация и коротковолновое излучение. Морфология почвы и наличие удобрений анализируются посредством измерения электрической проводимости, объемного содержания воды, потенциала почвенных вод и уровня кислорода. Для предотвращения замерзания культур новое устройство позволяет подключать специальный датчик для бесконтактного измерения температуры поверхности растений и плодов. Также имеется набор дендрометров, предназначенный для ежедневного мониторинга роста посредством измерения ствола, стебля и плода растения. Платформа Libelium Smart Agriculture IoT активно используется для мониторинга посадок винограда, какао, клубники, бананов, киви, оливок, кукурузы и других культур.

Датчик проводимости, содержания воды и температуры почвы (Decagon 5TE).



Рисунок 1 - Фото датчика проводимости, содержания воды и температуры почвы (Decagon 5TE)

Датчик проводимости (рисунок 1), содержания воды и температуры почвы (Decagon 5TE) может измерять объемное содержание воды, электропроводность и температуру почвы. Датчик использует генератор, работающий на частоте 70 МГц, используемый для измерения диэлектрической проницаемости почвы и для определения содержания воды (VWC). Термистор в тепловом контакте с зубцами датчика служит для определения температуры почвы, в то время как винты на поверхности датчика образуют двухсенсорную электрическую матрицу для измерения электропроводности.

Примеры применения: мониторинг субстрата теплицы; контроль орошения; контроль содержания солей; контроль содержания удобрений; моделирование процессов, на которые влияет температура.

Датчик потенциала почвенной воды (Meter TEROS 21)



Рисунок 2 – Фото датчика потенциала почвенной воды Meter TEROS 21

Есть два основных параметра, которые описывают состояние воды в почве: первый-содержание воды в почве, или количество воды на единицу почвы, второй-потенциал воды в почве, или

энергетическое состояние воды в почве. Хотя содержание воды полезно при попытке описать водный баланс почвы, потенциал воды часто предпочтительнее содержания воды, потому что он определяет, как вода движется в почве, или из почвы в растение. Кроме того, можно использовать потенциал воды для определения доступности воды для растений, планирования орошения или определения механического напряженного состояния почвы.

Датчик потенциала воды в почве Meter TEROS 21 (рисунок 2) измеряет потенциал воды и температуру широкого спектра почвы и других пористых материалов без обслуживания пользователем и заводской калибровки. Его расширенный диапазон делает этот датчик идеальным для измерения потенциала воды в природных системах или других более сухих системах, приблизительного потенциала почвенной воды в мерзлых почвах.

Примеры применения: мониторинг и контроль дефицита орошения; мониторинг водного потенциала; исследования дренажа сточных вод; мониторинг доступности воды для растений.

Датчик влажности листьев (Decagon Phytos 31).



Рисунок 3 – Фото датчика влажности листьев Decagon Phytos 31

Датчик влажности листьев Decagon Phytos 31 (рисунок 3) измеряет влажность поверхности листьев путем измерения диэлектрической проницаемости верхней поверхности датчика. Этот датчик имеет очень высокое разрешение, что дает возможность обнаруживать очень небольшое количество воды (или льда) на поверхности датчика.

Примеры применения: решение об использовании фунгицидов для сельскохозяйственных культур; прогнозировать болезни или инфекции сельскохозяйственных культур.

Датчик MaxiMet GMX-100 (PO)



Рисунок 4 – Фото датчика MaxiMet GMX-100 (PO)

Датчик MaxiMet GMX-100 (рисунок 4) предоставляет информацию об осадках (оптический метод).

Встроенный оптический датчик дождя, который воспринимает попадание воды на внешнюю поверхность, обеспечивает измерения, основанные на размере и количестве капель.

Оптический датчик дождя не имеет движущихся частей, поэтому можно избежать возможных механических проблем.

MaxiMet GMX-501 (W-T-H-AP-R) датчик зонд



Рисунок 5 – Фото датчика MaxiMet GMX-501

Датчик MaxiMet GMX-501 (рисунок 5) обеспечивает точную информацию о ветре, температуре воздуха, влажности воздуха, атмосферном давлении воздуха и солнечной радиации.

Эта модель в основном представляет собой солнечный щит без движущихся частей, который обеспечивает высокую производительность в течение больших периодов времени. В верхней части солнечного экрана расположены четыре ультразвуковых датчика для измерения скорости и направления ветра. Также определяются средняя скорость, направление ветра и данные о порывах. Кроме того, встроенный пиранометр, защищенный одним стеклом, измеряет солнечное излучение. Наконец, инклинометр также включен для точной установки. (Инклинометр — прибор, предназначенный для измерения угла наклона различных объектов относительно гравитационного поля Земли.)

Вывод. В данной статье приведено оборудование для мониторинга физических метеорологических факторов. Объединяя данное оборудование в единую систему, имеется возможность наблюдения и прогноз погоды, анализ эвапотранспирации (эвапотранспирация — количество влаги, переходящее в атмосферу в виде пара в результате десукции и последующей транспирации (физиологическое испарение) и физического испарения из почвы и с поверхности растительности.), прогнозировать развития лесных пожаров.

Список использованных источников

1. Smart Agriculture Xtreme Sensor Guide [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://development.libelium.com/smart-agriculture-xtreme-sensor-guide/>, свободный. – (дата обращения: 21.04.2022).
2. IoTSmart [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://iotsmart.ru/libelium-smart-agriculture-xtreme/> свободный. – (дата обращения: 21.04.2022).
3. Manualslib [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.manualslib.com/manual/1557743/Libelium-Smart-Agriculture-Xtreme-1-0.html#manual> свободный. – (дата обращения: 21.04.2022).
4. Глазков, Ю. Е. Применение цифровых технологий при планировании работы тракторного 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. – EDN DSTOAV.
5. Глазков, Ю. Е. Цифровые технологии как средство повышения эффективности сельскохозяйственного производства / Ю. Е. Глазков // Современные проблемы освоения новой техники, технологий, организации технического сервиса в АПК, Минск, 06–07 июня 2019 года. – Минск: Белорусский государственный аграрный технический университет, 2019. – С. 448-451.

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ IoT-УСТРОЙСТВА ДЛЯ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА**Невзоров Дмитрий Сергеевич,***ФГБОУ ВО «Мичуринский государственный аграрный университет», студент инженерного института, e-mail: dnevzorov10@gmail.com***Бородкина Софья Владимировна,***ФГБОУ ВО «Мичуринский государственный аграрный университет», студент инженерного института, e-mail: borodkina.sofi123@yandex.ru***Найденов Андрей Александрович,***ФГБОУ ВО «Мичуринский государственный аграрный университет», студент инженерного института, e-mail: Naidenov.48@yandex.ru***Астапов Андрей Юрьевич,***ФГБОУ ВО «Мичуринский государственный аграрный университет», кандидат технических наук, доцент, e-mail: Astapow_a@mail.ru*

Аннотация. В статье рассмотрены интеллектуальные устройства, позволяющие в рамках учебного процесса усилить изучение студентами мониторинговой системы в плодовых садах, а также расширит возможности молодых ученых вуза в проведении специализированных исследований по выращиванию плодовых деревьев.

Ключевые слова: IoT-технологии, датчики, метеостанция, контроль, урожай.

В последний период уделяется все большее внимание точечному (прецизионному) земледелию, базирующемуся на использовании телекоммуникационных, информационных и спутниковых технологий сбора и обработки данных, а также специальной технике – проводят точный высеv семян, внесение удобрений, пестицидов и биологически активных веществ, что дает большой экономический и экологический эффект [1,3].

Смысл точечного земледелия – дифференцированный и одновременно интегрированный процесс управления ростом и развитием растений в соответствии с их биологическими потребностями. Оно предполагает использование компьютеров, информационных технологий, данных дистанционного активного и пассивного зондирования, робототехнических устройств, специальной сельскохозяйственной техники при обязательном мониторинге условий произрастания каждой сельскохозяйственной культуры.

Повышение производительности сельскохозяйственных предприятий требует инвестиций в интеллектуальные IoT-технологии и наличия более точных датчиков. Это позволит производителям сельскохозяйственной продукции получать более точные данные, необходимые для контроля роста культур, и предотвращать потери урожая, связанные со сложными климатическими условиями и заболеваниями, что упростит возврат инвестиций [2].

За последние годы технологии Libelium использовались в нескольких глобальных проектах компаниями, осознавшими потенциал платформы IoT, которую Libelium предлагает на рынке интеллектуального сельского хозяйства. Платформа Libelium Smart Agriculture IoT используется для мониторинга посадок винограда, какао, табака, клубники, бананов, киви, оливок, бэби-салата, кукурузы и даже плантаций марихуаны. Опыт, полученный Libelium в ходе реализации проектов в области интеллектуального сельского хозяйства, собран в опубликованной брошюре. В ней подробно рассказывается, как с помощью беспроводных сетей датчиков можно снизить потери урожая и повысить производительность.

Узел датчиков Smart Agriculture Xtreme включает в себя надежную метеостанцию, которая позволяет измерять ветер и осадки с помощью оптических технологий. Также узел содержит полный набор датчиков для измерения уровней освещения и различных излучений, таких как ультрафиолетовое излучение, фотосинтетически активная радиация (ФАР) и коротковолновое излучение. Морфология почвы и наличие удобрений анализируются посредством измерения электрической проводимости, объемного содержания воды, потенциала почвенных вод и уровня кислорода. Для предотвращения замерзания культур новое устройство позволяет подключать специальный датчик для бесконтактного измерения температуры поверхности растений и плодов. Также имеется набор дендрометров, предназначенный для ежедневного мониторинга роста посредством измерения ствола, стебля и плода растения (рисунок 1).



Рисунок 1 – Фото подключения узла Smart Agriculture к датчикам

Модифицированное устройство Wasp mote Plug & Sense! Smart Agriculture Xtreme оснащено датчиками с повышенной производительностью для использования в наиболее требовательных областях сельского хозяйства, таких как виноградники, фруктовые сады и теплицы.

Данная система оборудована 19 датчиками от наиболее престижных и надежных производителей, таких как Arpogee, Decagon, Ecomatik и Gill Instruments. Интеграция этих датчиков обеспечивает измерение различных параметров, связанных с погодными условиями, уровнем освещенности и радиации, морфологией почвы, наличием удобрений, предупреждением промерзания, ежедневным ростом растений и фруктов, а также другими параметрами окружающей среды. Это позволяет повысить качество производимой продукции и предотвратить потери урожая [4-6].

Новые датчики для Wasp mote Plug & Sense Smart Agriculture Xtreme имеют следующие характеристики, представленные в таблице 1.

Таблица 1

Датчики для Smart Agriculture Xtreme

Производитель и модель	Измеряемые параметры	Области применения
Arpogee SI-411	Бесконтактное измерение температуры поверхности	Измерение температуры кроны для оценки водного режима растений, измерение температуры дорожного покрытия для определения условий обмерзания, измерение температуры земной поверхности (почва, растительность, вода, снег) для изучения энергетического обмена.
Arpogee SF-421	Температура листьев и почек	Оценка температуры листьев и почек в полях, фруктовых садах и на виноградниках. Значения температуры листьев и почек, возвращаемое датчиком, может использоваться для предупреждения фермеров о потенциальной опасности заморзания растений.
Arpogee SO-411	Уровень кислорода	Измерение уровня кислорода в лабораторных экспериментах, мониторинг количества газообразного кислорода в закрытых помещениях в целях управления микроклиматом, мониторинг уровня кислорода в компостных кучах и ямах, мониторинг окислительно-восстановительного потенциала в почвах, а также определение интенсивности дыхания посредством измерения потребления кислорода в герметичных камерах и измерение градиентов O ₂ в почвах и пористых средах.
Arpogee SU-100	Ультрафиолетовое излучение	Измерение УФ-излучения на открытых пространствах, использование в лабораториях с источниками искусственного освещения (например, бактерицидными лампами), мониторинг фильтрующей способности и стабильности различных веществ.

Apogee SQ-110	Фотосинтетически активная радиация (ФАР)	Измерение ПФФП (плотности фотосинтетического фотонного потока) над кронами растений и отраженного или пропущенного (под кронами) ПФФП на открытых пространствах, в теплицах и в климатических камерах. Для измерения ФАР и ППФП в водных средах, включая аквариумы с соленой водой для кораллов, используются датчики Quantum.
Apogee SP-510	Коротковолновое излучение	Измерение коротковолнового излучения в сельскохозяйственных, экологических и гидрологических сетях передачи метеорологической информации. Датчики также используются для оптимизации фотоэлектрических систем.
Decagon GS3	Электрическая проводимость, объемное содержание воды и температура почвы	В горшечных смесях и беспочвенных средах, для поддержания хорошего контакта с почвой и компенсации включений воздуха в субстрате. Мониторинг тепличного субстрата. Управление орошением. Управление уровнем соли. Перемещение удобрений. Процессы моделирования, на которые влияет температура.
Decagon 5TE	Электрическая проводимость, объемное содержание воды и температура почвы	Мониторинг тепличного субстрата. Управление орошением. Управление уровнем соли. Перемещение удобрений. Моделирование процессов, на которые влияет температура
Decagon 5TM	Температура почвы и объемное содержание воды в ней	Водный баланс почвы, управление орошением, моделирование процессов, на которые влияет температура.
Decagon MPS-6	Потенциал почвенной воды	Мониторинг дефицита орошения и управление им. Мониторинг водного потенциала в вадозной зоне. Стресс растений. Изучение дренажа сточных вод. Доступность воды для растений.
Decagon VP-4	Давление пара, влажность, температура и атмосферное давление в почве и воздухе	Мониторинг парников и крон. Расчет суммарного испарения. Постоянный мониторинг погодных условий. Мониторинг влажности в помещении. Устранение плесени. Моделирование процессов, на которые оказывает влияние давление и влажность.
Decagon Phytos-31	Влажность листьев	Принятие решений об использовании фунгицидов. Прогнозирование заболеваний растений.
Ecomatik DC2	Диаметр ствола	Мониторинг процесса роста растений. Исследование влияния факторов окружающей среды на рост растений. Точное прогнозирование дат начала и окончания вегетационного периода.
Ecomatik DD-S	Диаметр стебля	Мониторинг процесса роста растений. Исследование влияния факторов окружающей среды на рост растений. Точное прогнозирование дат начала и окончания вегетационного периода.
Ecomatik DF	Диаметр плода	Мониторинг процесса роста растений. Исследование влияния факторов окружающей среды на рост растений. Точное прогнозирование дат начала и окончания вегетационного периода.
Bosch BME280	Температура, влажность и давление воздуха	Прогнозирование погодных условий, управление HVAC-системами в теплицах.
AMS (taos) TSL2561	Освещенность	Обнаружение присутствия света для использования искусственного освещения.
Maxbotix MB7040	Ультразвук	Измерение уровня жидкостей в резервуарах.
Gill Instruments GMX-240	Скорость и направление ветра, осадки	Прогнозирование погодных условий

Список использованных источников

1. Астапов, А. Ю. Внедрение цифровых технологий в садоводство / А. Ю. Астапов, К. А. Пришуттов, Э. Н. Аникьева // Приоритетные направления развития садоводства (I Потаповские чтения): Материалы Национально-научно-практической конференции, посвященной 85-й годовщине со дня рождения профессора, доктора сельскохозяйственных наук, лауреата Государственной премии Потапова Виктора Александровича, Мичуринск, 11–13 декабря 2019 года / отв. ред. Григорьева Л.В. – Мичуринск: Мичуринский ГАУ, 2019. – С. 65-69.
2. Астапов А.Ю. Перспективы развития технологии точного земледелия в Мичуринском ГАУ. А.Ю. Астапов, А.С. Гордеев. "Инженерное обеспечение инновационных технологий в АПК": материалы Международной научно-практической конференции 25-27 октября 2017 года. - Мичуринск: ООО "БИС". 2017, с. 220-230.
3. Пришуттов, К. А. Применение БПЛА для оценки качества растительности / К. А. Пришуттов, А. Ю. Астапов, Ю. А. Рязанова // Инженерное обеспечение инновационных технологий в АПК : Сборник материалов Международной научно-практической конференции, Мичуринск, 24–26 октября 2018 года / Под общей редакцией В.А. Солопова. – Мичуринск: Мичуринский государственный аграрный университет, 2018. – С. 212-217.
4. IoTSmart [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://iotsmart.ru/libelium-smart-agriculture-xtreme/> свободный. – (дата обращения: 21.04.2022).
- Manualslib [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.manualslib.com/manual/1557743/Libelium-Smart-Agriculture-Xtreme-1-0.html#manual> свободный. – (дата обращения: 25.04.2022).
5. Глазков, Ю. Е. Применение цифровых технологий при планировании работы тракторного 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. – EDN DSTOAV.
6. Глазков, Ю. Е. Цифровые технологии как средство повышения эффективности сельскохозяйственного производства / Ю. Е. Глазков // Современные проблемы освоения новой техники, технологий, организации технического сервиса в АПК, Минск, 06–07 июня 2019 года. – Минск: Белорусский государственный аграрный технический университет, 2019. – С. 448-451.

ТЕХНИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ РЕСУРСОВ В ФЕРМЕРСКИХ ХОЗЯЙСТВАХ

Сазонова Дамира Давидовна,

Тамбовский филиал ФГБОУ ВО «Мичуринский государственный аграрный университет», доцент, старший научный сотрудник, e-mail: snsazon@mail.ru,

Сазонов Сергей Николаевич,

Тамбовская областная общественная организация Всероссийской общественной организации ветеранов (пенсионеров) войны, труда, вооруженных сил и правоохранительных органов, профессор, заместитель председателя, e-mail: snsazon@mail.ru.

Как правило, в отечественной научной практике при анализе экономической эффективности ограничиваются традиционными показателями рентабельности [1]. Отметим, что в ряде случаев этого недостаточно для всестороннего анализа эффективности деятельности хозяйствующих субъектов. Не случайно в зарубежных исследованиях, начиная с середины прошлого века, используется неоклассический подход в рамках концепции, обоснованной Фаррелом [2]. При этом, в частности, оценивается техническая эффективность хозяйствующего субъекта. По сути, речь идет о следующем. Предполагается, что для каждого набора ресурсов производства есть некий максимум выходной продукции, а фактические показатели по этому показателю конкретного хозяйствующего субъекта могут или совпадать с этим максимумом или быть ниже его. Для измерения технической эффективности необходимо сравнить расхождения между показателями использования производственных ресурсов оцениваемого хозяйствующего субъекта и лучших (эталонных) хозяйств, которые и формируют границу эффективности. Есть несколько методов, которые позволяют сформировать указанную границу эффективности.

В настоящем исследовании использован хорошо известный метод анализа оболочки данных АОД (Data Envelopment Analysis) [3-5]. Если спроецировать точки (координаты хозяйствующих субъектов), которые лежат внутри линейной оболочки, на ее поверхность, то мы получим оценки технической эффективности с постоянным эффектом масштаба - CRS (Constant Returns to Scale). Решая задачу, ориентированную на максимум выпуска продукции, обозначим соответствующую техническую эффективность, - TEC_0 , а решая задачу на минимум затрат ресурсов - TEC_1 . В эталонных хозяйствах, которые расположены на линейной оболочке, при увеличении объемов привлекаемых ресурсов отдача не снижается. Следовательно, такая оценка является очень жесткой: для каждой точки существует всего один линейный участок оболочки с максимальной результативностью.

На рисунке 1 показан перечень хозяйствующих субъектов $P_1, P_2, P_3, P_4, P_5, P_6$, которые, используя один и тот же вид ресурса X , производят продукт Y .

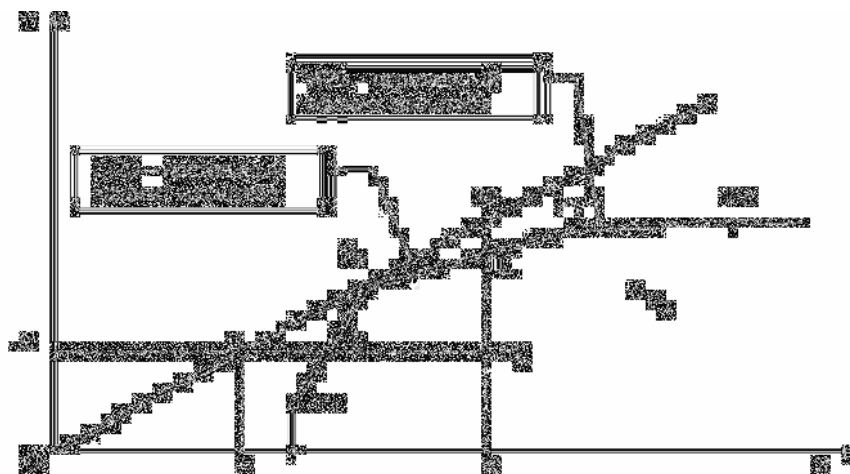


Рисунок 1 - Графическая интерпретация метода АОД

Отдача ресурса для каждого производителя определится отношением Y_i/X_i . Наибольшую отдачу ресурса имеет хозяйство P_2 . Например, для хозяйства P_5 в общем виде техническая эффективность при постоянном эффекте масштаба будет определяться отношением KP_5/KM . Очевидно, что она будет иметь абсолютно одно и то же значение, что для модели, ориентированной на минимизацию затрат ресурсов, что для модели, ориентированной на максимизацию выхода продукта. В реальных условиях подобный сценарий маловероятен. Как правило, с ростом объемов привлекаемых ресурсов, их отдача меняется. В этом случае в качестве оболочки, на которую проецируется лежащая ниже точка, принимается не линейная (линия OP_2), а кусочно-линейная оболочка (кривая, соединяющая точки P_1, P_2, P_3, P_4). В этом случае для хозяйствующего субъекта эталоном станет более близкая по количеству ресурсов точка. Очевидно, что этот эталон будет менее результативен или более ресурсозатратен, чем полученный отражением на строго линейную оболочку. Проецируя хозяйствующие субъекты на кусочно-линейную оболочку, мы получаем оценку технической эффективности с переменным эффектом масштаба - VRS (Variable Returns to Scale). Соответственно, например для хозяйства P_5 , при решении задачи на максимум выпуска продукции полученные значения технической эффективности обозначатся как $TEV_0 = KP_5/KL$, на минимум затрат ресурсов - $TEV_1 = AC/AP_5$

Очевидно, что $1 \geq TEC_0 \geq TEV_0$ и $1 \geq TEC_1 \geq TEV_1$.

В рамках принятых методических подходов используется и понятие «чистая эффективность масштаба» (TES), которая есть ни что иное, как отношение технической эффективности с переменным эффектом масштаба к технической эффективности с постоянным эффектом масштаба.

При проведении расчетов использовались результаты мониторинга, объединяющие монографические обследования фермерских хозяйств Тамбовской области [6-10]. При выборе входящих ресурсов были учтены выполненные прежде исследования, которые позволили установить, что на 89% вариация результатов деятельности фермерских хозяйств определяется следующими факторами [11]: X_1 —площадь пашни (га); X_2 —количество техники в хозяйстве (тракторы гусеничные и колесные, зерноуборочные комбайны и грузовые автомобили), шт.; X_3 — затраты на приобретение топливно-смазочных материалов (ТСМ), тыс.руб.; X_4 - затраты на приобретение запасных частей, тыс.руб.; X_5 — затраты на приобретение семян, удобрений и прочих материалов и на оплату услуг сторонних организаций, тыс.руб.; X_6 - количество работников в хозяйстве, чел.

В результате оценки технической эффективности, ориентированной на минимизацию ресурсных затрат, установлено, что в среднем техническая эффективность с постоянным эффектом масштаба (TEC) составила 0,53. При этом доля фермерских хозяйств с эффективностью равной 1 ($TЭ=1$) составила 14,4%, с эффективностью больше 0,9 ($TЭ>0,9$) – 14,4% и с эффективностью меньше 0,4 ($TЭ<0,4$) – 40,8%. Аналогичные расчеты, но по оценке технической эффективности с переменным эффектом масштаба (TEV), показали следующее: среднее значение – 0,82, доля фермерских хозяйств с эффективностью равной 1 ($TЭ=1$) -57,5%, с эффективностью больше 0,9 ($TЭ>0,9$) – 60,3% и с эффективностью меньше 0,4 ($TЭ<0,4$) – 5,6%. Чистая эффективность масштаба (TES): среднее значение – 0,66, доля фермерских хозяйств с эффективностью равной 1 ($TЭ=1$) – 14,7% эффективностью больше 0,9 ($TЭ>0,9$) – 36,5% и с эффективностью меньше 0,4 ($TЭ<0,4$) – 25,7%.

Оценивая в целом полученные результаты, отметим вполне очевидное, что модель с постоянной отдачей масштаба дала меньшее среднее значение технической эффективности (0,53) в сравнении с моделью с переменным эффектом масштаба (0,82). Эти данные говорят о том, что в условиях более строгих ограничений (постоянный эффект масштаба) фермерский сектор в целом теоретически может повысить эффективность своей деятельности, снизив потребление ресурсов в среднем на 47% и сохранив при этом прежние объемы производства. В условиях более мягких ограничений (переменный эффект масштаба) сохранение объемов производства возможно при сокращении объемов используемых ресурсов только на 18%.

Естественно и различие в доле конкретных фермерских хозяйств (не в среднем по фермерскому сектору, о чем речь шла выше), которые сформировали указанный выше эффективный фронт (эталонные хозяйства). При постоянном эффекте масштаба их 14,4%, при переменном – 57,5%. Это означает, что немалая часть конкретных фермерских хозяйств, в принципе, обладает немалым потенциалом повышения эффективности использования производственных ресурсов. Даже в условиях самых мягких ограничений не менее 42,5% фермерских хозяйств могут повысить эффективность использования ресурсов, снизив объемы их привлечения в производственный процесс. Теоретически (при постоянном эффекте масштаба) доля таких хозяйств возрастает до 85,6%.

Расчеты, проведенные для оценки технической эффективности фермерских хозяйств, ориентированной на максимизацию выпуска продукции (в нашем случае выручки от реализации сельскохозяйственной продукции), показали, что в среднем техническая эффективность с постоянным эффектом масштаба (TEC) составила 0,53. При этом доля фермерских хозяйств с эффективностью равной 1 ($TЭ=1$) составила 14,4%, с эффективностью больше 0,9 ($TЭ>0,9$) – 14,4% и с эффективностью

меньше 0,4 ($TЭ < 0,4$) – 40,8%. Естественно, эти значения абсолютно аналогичны тем, что получены при решении задачи, ориентированной на минимум ресурсных затрат.

Расчеты по оценке технической эффективности с переменным эффектом масштаба (TEV) показали следующее: среднее значение – 0,62, доля фермерских хозяйств с эффективностью равной 1 ($TЭ=1$) – 19,5%, с эффективностью больше 0,9 ($TЭ > 0,9$) – 26,2% и с эффективностью меньше 0,4 ($TЭ < 0,4$) – 28,5%. Чистая эффективность масштаба (TES): среднее значение – 0,87, доля фермерских хозяйств с эффективностью равной 1 ($TЭ=1$) – 19,0%, с эффективностью больше 0,9 ($TЭ > 0,9$) – 61,1% и с эффективностью меньше 0,4 ($TЭ < 0,4$) – 4,0%.

Как уже пояснялось выше, вполне объяснимо, что среднее значение технической эффективности при постоянном эффекте масштаба ниже (0,53), чем аналогичный показатель технической эффективности при переменном эффекте масштаба (0,61). Это говорит о том, что в среднем по фермерскому сектору даже при переменном эффекте масштаба возможно увеличение выручки на 39% при неизменном объеме привлекаемых ресурсов. Отметим, что в сравнении с результатами, полученными при реализации модели на минимизацию ресурсных затрат, здесь диапазон повышения эффективности выше более чем в два раза.

Естественно, отличается в модели на максимизацию выручки и удельный вес хозяйств, сформировавших эффективный фронт ($TЭ=1$). Их доля при переменном эффекте масштаба составила только 19,5%, что почти в три раза меньше, чем в модели на минимизацию ресурсных затрат. Доля хозяйств с ($TЭ > 0,9$) – 26,2%, что в 2,3 раза меньше, чем в предыдущей модели. Соответственно, удельный вес хозяйств с $TЭ < 0,4$, напротив, больше в 5,1 раза (28,5% против 5,6%). В итоге мы получаем, что не менее 80,5% фермерских хозяйств теоретически в состоянии увеличить размер валовой выручки, не увеличивая объемов привлекаемых ресурсов.

Список использованных источников

1. Никитин А.В. Учет, налогообложение и страховые взносы в фермерских хозяйствах / Никитин А.В. и др. -Мичуринск, 2018. -64 с
2. Farrel J. Michael. 1957: The measurement of Productive efficiency. Journal of the Royal Statistical Society. Series A, General 125 Part 2: 252-267
3. Тиллак П. Техническая эффективность сельскохозяйственных предприятий Ленинградской области /П.Тиллак, Д.Эпштейн //Международный сельскохозяйственный журнал. -№4. -2003.- с.33-46
4. Сазонова Д.Д. Аллокативная и техническая эффективности фермерских хозяйств /Д.Д.Сазонова, С.Н.Сазонов -М.:МОНФ, 2010. -160с.
5. Сарайкин В.А. Анализ изменений технической эффективности сельскохозяйственных организаций России за годы реформ / В.А.Сарайкин, Р.Г.Янбых // Проблемы прогнозирования. – 2014. - №4(145). – с.38-46
6. Сазонов С.Н. Обеспечение нефтепродуктами фермерских хозяйств / С.Н.Сазонов, Д.Д.Сазонова, О.Н.Попова //Наука в центральной России. 2013. №1. С.51-57.
7. Сазонов С. Н. Качественное и количественное оснащение фермерских хозяйств сельскохозяйственной техникой / С.Н.Сазонов, Д.Д.Сазонова //Наука в Центральной России. - 2015. -№ 2 (14). -С. 21-34.
8. 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.
9. Сазонова Д.Д. Итоги деятельности фермерских хозяйств Тамбовской области / Д.Д.Сазонова, С.Н.Сазонов //Наука в центральной России. -2016. -№ 5. -С.44-54.
10. 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.
11. Сазонова Д.Д. Анализ производственной функции, отражающей эффективность использования ресурсов в фермерских хозяйствах / Д.Д.Сазонова, С.Н.Сазонов //Наука в центральной России. - 2017. - № 4 (28). - С. 81-88.

МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ФЕРМЕРСКИХ ХОЗЯЙСТВ

Сазонова Дамира Давидовна,

*Тамбовский филиал ФГБОУ ВО «Мичуринский государственный аграрный университет»,
доцент, старший научный сотрудник, e-mail: snsazon@mail.ru.*

Хорошо известно, что система оценки фактической эффективности деятельности фермерских хозяйств представляет немалые сложности. До настоящего времени мы обладаем крайне скудной и противоречивой информацией о фактическом положении дел в этом секторе аграрной экономики. Главная причина состоит в том, что попытки органов государственной статистики проводить добровольное анонимное анкетирование фермерских хозяйств не дают достоверной и полной информации о процессах, протекающих в них [1]. Многократно проблема наличия и достоверности данных возрастает, когда мы переходим к определению экономических показателей. До массового перехода фермеров на упрощенную систему налогообложения (вторая половина 2002г.) главной проблемой было не столько наличие самих первичных документов, сколько достоверность исчисления экономических показателей: система бухгалтерского учета в фермерских хозяйствах имела свои специфические отличия от общепринятой, а недостаточная квалификация глав фермерских хозяйств в вопросах бухгалтерского учета приводила к существенным ошибкам при исчислении экономических показателей. Особого осмысления требуют вопросы формирования абсолютной земельной ренты в фермерских хозяйствах, эффективности использования земельных ресурсов [2,3]

При этом в фермерских хозяйствах использовалась система учета, которая трактовала понятие «итог деятельности» как разность между суммой всех поступлений в хозяйство и суммой всех затрат. Очевидно, что вычленив какой-либо экономический смысл в таком показателе сложно. Например, в этом случае в сумму затрат одновременно входили и амортизационные отчисления, и затраты на приобретение основных средств.

В настоящее время, начиная с 2003г. [4], ситуация кардинально изменилась. С этого времени отдельная специальная система учета для фермерских хозяйств не применяется. Они действуют в рамках правового поля, определенного статьей 346.20 Налогового кодекса РФ, используя, как правило, один из упрощенных режимов налогообложения. В обследованных фермерских хозяйствах для этих целей использовались в качестве налогооблагаемой базы или доходы (фактически выручка от реализации продукции и услуг), или разность доходов и расходов.

В первом случае фермеры вообще не ведут учет первичной документации в сколько – нибудь систематизированном виде, ограничиваясь только данными в обобщенном виде по доходной части своей деятельности. Следовательно, структура доходов и расходов в фермерских хозяйствах оказывается полностью закрытой для исследования, исчисления экономических показателей, анализа и обобщений. Практически единственным методом получения достоверной информации становится самостоятельное ведение исследователями всей учетно-отчетной документации в обследуемых фермерских хозяйствах. Это очень трудоемкий путь, но наш опыт говорит о том, что это возможно [5].

Однако, даже имея достоверные данные, провести их квалифицированный анализ непросто. В основе этой проблемы лежит часто игнорируемая особенность функционирования именно трудовых крестьянских (фермерских) хозяйств, которые не используют наемный труд, ограничиваясь трудовыми ресурсами собственной семьи. В предпринимательских фермерских хозяйствах, которые ориентированы на использование прежде всего наемного труда, естественно, наемный работник не является собственником, поэтому его личные доходы (заработная плата) являются для предпринимательского хозяйства расходами (затратами). Иное в трудовом крестьянском хозяйстве, где нет такого понятия как заработная плата [6]. В таком хозяйстве образуется доход, за счет которого осуществляется и развитие производства, и потребление членов семьи. К сожалению, нередко результат хозяйственной деятельности идентифицируется как личный доход членов хозяйства, что ведет к совершенно необоснованному и завышенному представлению об уровне благосостояния фермерских семей.

Очевидно, что при этом по-иному исчисляется и стоимость продукции. В предпринимательском хозяйстве, использующем наемный труд, стоимость продукции состоит из себестоимости (материальные затраты + заработная плата наемных работников) и прибыли. Стоимость продукции в трудовом фермерском хозяйстве формируется как сумма: материальные затраты + доход [7].

Именно из этой особенности (отсутствие категории «заработная плата») во многом выводит феноменальную устойчивость крестьянских хозяйств А.В.Чаянов [8]. Соответственно, по формальным обстоятельствам в трудовых крестьянских (фермерских) хозяйствах в сравнении с предпринимательскими хозяйствами, при абсолютно идентичных фактических результатах производственно-экономической деятельности, традиционные экономические показатели (себестоимость, рентабельность и т.п.) будут выше. Это тоже, как и идентификация результатов хозяйственной деятельности с личным доходом фермерской семьи, способствует завышенному представлению и об уровне благосостояния фермеров, и о формализованных показателях эффективности их деятельности.

Следует ли из этого, что мы не должны пользоваться общепринятыми экономическими показателями при анализе деятельности фермерских хозяйств? Скорее нет, чем да. Естественно, если сравнивать только численные показатели деятельности трудовых крестьянских (фермерских) хозяйств с аналогичными по терминологическому звучанию показателями иных хозяйствующих субъектов, то мы получим совершенно некорректные по экономической сути результаты сравнения. Однако, если речь вести об использовании этих показателей, с учетом указанных оговорок, при сравнении показателей деятельности однотипных трудовых (крестьянских) фермерских хозяйств, то мы получим вполне корректные сравнения. Например, многолетний мониторинг деятельности фермерских хозяйств Тамбовской области, проведенный нами, позволил получить ретроспективный анализ указанных экономических показателей, начиная с 2001 года [9]. В среднем, за весь период наблюдения уровень рентабельности («-» убыточности) составил 10,7%. При этом он колебался от -52,0% в 2002 году до +32,9% в 2016 году. За тот же период удельный вес прибыльных хозяйств составил в среднем 34,3%: от 10,7% в 2001 году до 52,4% в 2016г.

Впрочем, если вести речь об однотипных хозяйствах, то здесь более информативными показателями являются аллокативная и техническая эффективности их деятельности. В частности, анализ аллокативной эффективности позволяет судить о том, является ли использование того или иного ресурса избыточным, оптимальным или недостаточным при сложившихся ценах на рынке ресурсов и конечной продукции, а также доступном уровне для данной совокупности производителей технологий и организации производства продукции. Понятие технической эффективности подразумевает сравнение хозяйств по степени использования ими своих ресурсов. При использовании этого научного инструментария появляется реальная возможность оценить сравнительную эффективность использования фермерами отдельных видов производственных ресурсов.

Например, проведенные расчеты указывают на несомненную аллокативную неэффективность использования практически всех ресурсов в фермерских хозяйствах Тамбовской области, но принципиально важным является доказательство того факта, что аллокативная неэффективность вызвана не избыточным использованием ресурсов, а, прежде всего, завышенными ценами на них и заниженными ценами на конечную сельскохозяйственную продукцию [10]. При этом анализ технической эффективности фермерских хозяйств Тамбовской области позволил установить, что в них, как минимум, на 18% могут быть сокращены ресурсные затраты без снижения объемов производства или на 39% увеличены объемы товарной продукции при неизменной ресурсообеспеченности [11].

Таким образом вполне очевидно, что оценка эффективности деятельности фермерских хозяйств, в частности трудовых (семейных) крестьянских (фермерских) хозяйств, имеет свои специфические особенности, игнорирование которых приводит в завышенным оценкам эффективности их деятельности. Для оценки реальной ситуации в фермерском секторе необходимо использовать разнообразный инструментарий, который позволял бы оценивать эффективность использования и отдельных ресурсов. Только в этом случае мы сможем разрабатывать дифференцированные подходы для повышения эффективности деятельности фермерских хозяйств, которые отличаются между собой не только наличием производственных ресурсов, но и эффективностью их использования.

Список использованных источников

1. 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
- 2.Сазонов С.Н. Абсолютная земельная рента в конкретных условиях /С.Н. Сазонов//Международный сельскохозяйственный журнал. 1997. №1. С.27-29.
3. 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.

4. Никитин А.В. Учет, налогообложение и страховые взносы в фермерских хозяйствах / Никитин А.В. и др. -Мичуринск, 2018. -64 с.
5. Сазонова Д.Д. Итоги деятельности фермерских хозяйств Тамбовской области / Д.Д. Сазонова, С.Н.Сазонов //Наука в центральной России. 2016. №5. С.44-54.
6. Сазонов С.Н. Трудовое крестьянское и предпринимательское фермерское хозяйства/ С.Н.Сазонов //Международный сельскохозяйственный журнал. 1996. № 6. С.24-26
7. Кайяли З.М. Пособие по экономике и организации крестьянского (фермерского) хозяйства. Часть 1. / З.М.Кайяли, Н.С.Харитонов – М., 1990, с.155-156
8. Чайнов А.В. К вопросу теории некапиталистических систем хозяйствования / А.В.Чайнов // Крестьянское хозяйство – М., 1989, с.114-115
9. Сазонов С.Н. Структура и динамика затрат в фермерских хозяйствах // Экономика: вчера, сегодня, завтра. - 2018. - Т. 8. - № 8А. - С. 112 - 120.
10. Сазонова Д.Д. Оптимальные параметры ресурсного обеспечения фермерских хозяйств с учетом их аллокативной эффективности /Д.Д.Сазонова, С.Н.Сазонов //Наука в центральной России. 2017. №3(27). С.87-95
11. Сазонов С.Н. Анализ технической эффективности использования ресурсов в фермерских хозяйствах /С.Н.Сазонов //Вестник Мичуринского ГАУ. -2019. -№1, с.148-153

УДК 656.073

73.01.76: Транспорт. Общие вопросы транспорта. Описание предприятий транспорта.

СТРУКТУРА ТРАНСПОРТНО-ЛОГИСТИЧЕСКОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

Гавриков Владимир Александрович,

*ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», доцент, кандидат экономических наук, доцент кафедры «Техника и технологии автомобильного транспорта»,
e-mail:gamby-87@mail.ru*

Лавриков Игорь Николаевич,

*ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», кандидат экономических наук, доцент кафедры «Техника и технологии автомобильного транспорта»,
e-mail:lin.555@mail.ru*

Гуськов Артем Анатольевич,

*ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», кандидат технических наук, доцент кафедры «Техника и технологии автомобильного транспорта»,
e-mail:tyoma-1@mail.ru*

Логистика нашла свое место на Российском рынке и превратилась в эффективный инструмент управления бизнесом.

Логистический сервис стимулирует развитие экономических связей между производителями и потребителями продукции. Наиболее важную роль в его организации играет транспортно-экспедиторская деятельность. [1].

В 2020 г. деятельность транспортного комплекса характеризовалась падением коммерческих перевозок грузов и грузооборота (снижение объема коммерческих перевозок грузов на 3,9%, коммерческого грузооборота на 2,1% и). По данным Росстата, в первом полугодии 2021 г. наблюдалось восстановление показателей транспортного комплекса: объем коммерческих перевозок грузов в 2021 г. оценивается на уровне 2 899,3 млн тонн (рост 2,7% к 2020 г.), объем грузооборота – 2 924,3 млрд тонн-км (рост 4,1%). В 2024 ожидается рост до 3098.9 млн тонн и 3096 млрд т-км. соответственно. (Рисунок 1) [2].

Согласно прогнозу социально-экономического развития Российской Федерации на 2022 год и на плановый период 2023 и 2024 годов в среднесрочной перспективе ожидается уверенный рост показателей деятельности транспортного комплекса [2].

На современном этапе развития экономики товаропроизводители наибольшие усилия сосредотачивают на основной профильной деятельности. Непрофильную деятельность, как правило, отдают на аутсорсинг. В полной мере это относится и к транспортно-логистической деятельности. В связи с этим предоставление услуг только по перевозке грузов сегодня недостаточно, товаропроизводителям требуются комплексные логистические услуги, включающие в том числе

таможенные услуги, и страхование, сопровождение, отслеживание груза, складирование и др. Данная ситуация обусловила активное формирование рынка комплексных логистических операторов так называемых 3PL – провайдеров.

Представленные данные подтверждают актуальность развития транспортно-логистических предприятий.

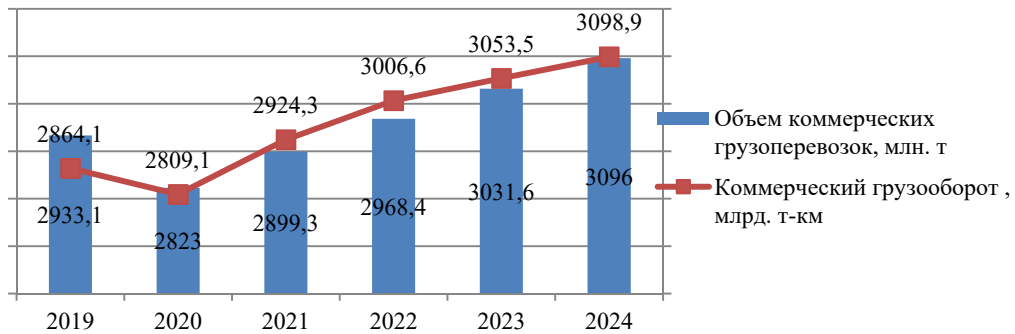


Рисунок 1 - Прогноз объема перевозок грузов и коммерческого грузооборота в России до 2024 года

В современных рыночных условиях формирование организационной структуры транспортно-логистического предприятия является одной из наиболее важных задач, так как от эффективно выстроенной организационной структуры зависит управляемость всей компании.

Формирование организационной структуры должно соответствовать поставленным стратегическим целям и задачам предприятия. С изменением стратегии, как правило, происходит реорганизация компании с перестройкой всей схемы или отдельных подразделений для повышения эффективности их работы.

Ниже рассмотрим пример структуры транспортно-логистического предприятия, которое способно предоставлять весь комплекс логистических услуг (3PL- провайдер).

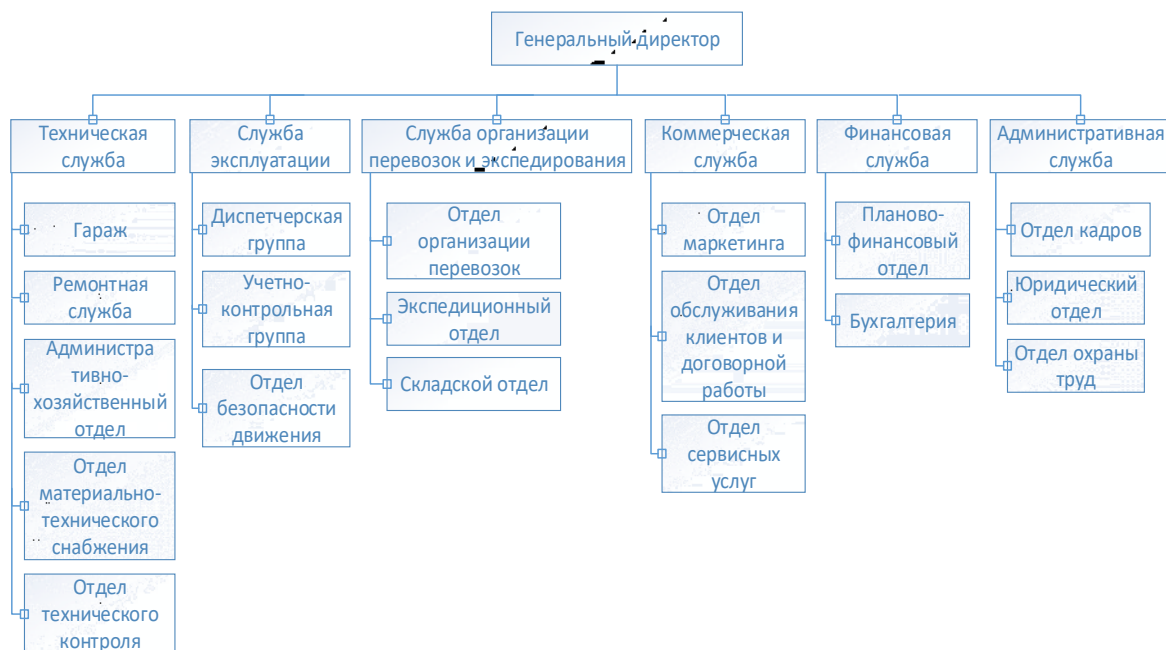


Рисунок 2 - Организационная структура транспортно-логистического предприятия

Техническая служба. Основными функциями технической службы транспортно-логистического предприятия являются: обеспечение технической готовности подвижного состава, содержание и развитие производственной базы и обеспечение материально-технического снабжения предприятия.

Служба эксплуатации. Основными задачами службы эксплуатации транспортно-логистического предприятия являются: организация транспортного процесса, решение вопросов наиболее эффективного использования подвижного состава при обеспечении требуемого качества транспортных услуг, обеспечение безопасности движения.

Служба организации перевозок и экспедирования. Основной задачей данной службы является организация транспортного процесса, обеспечивающего максимально возможную скорость доставки груза от грузоотправителя грузополучателю и его сохранность. Данная функция реализуется посредством наиболее эффективного использования транспортных средств, перегрузочного и складского оборудования, а также информационных технологий. Структура деятельности службы организации перевозок и экспедирования представлена на рисунке 3.



Рисунок 3 - Структура деятельности службы организации перевозок и экспедирования

Как видно из данной схемы служба организации перевозок и экспедирования состоит из множества элементов и реализует важные задачи транспортно-логистического предприятия.

Коммерческая служба. Основной функцией данной службы является продвижение и максимизация продажи услуг посредством определения места предприятия на рынке, удержания доли рынка, обеспечение маркетинговой и сервисной деятельности, в соответствии со стратегией и планами предприятия и адекватной реакцией на конъюнктуру рынка.

Финансово-экономическая служба. Данная служба представляет собой организационное объединение подразделений предприятия, выполняющих собственно финансовые (связанные с движением денежных средств) функции, а также формирующих специальное информационное обеспечение выполнения этих функций [3].

Административная служба. Основной функцией данной службы является организация управления всеми службами транспортно-логистического предприятия, решение вопросов кадрового обеспечения, юридическое обеспечение деятельности предприятия, контроль и соблюдение установленных норм и правил по охране труда, технике безопасности, противопожарной и экологической безопасности.

Логистика и транспорт в настоящее время непосредственно зависят друг от друга и оказывают взаимное влияние. Транспорт является основным связующим звеном всех элементов логистической системы. Таким образом, транспортно-логистическое предприятие объединяет в своей деятельности два взаимосвязанных элемента рыночной экономики (транспорт и логистика) в целях их эффективного функционирования.

Состав организационной структуры транспортно-логистических предприятий может различаться в зависимости от влияния внешних и внутренних факторов. Общим требованием к разработке структуры управления современным транспортно-логистическим предприятием является принцип системного построения организации, обеспечивающий комплексность управления всеми сторонами производственно-хозяйственной и социально-экономической деятельности.

Список использованных источников

1. Сервис на транспорте : учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений / [В.М. Николашин, Н.А.Зудилин, А.С.Синицына и др.] ; под ред. В. М. Николашина. — 3-е изд., испр. — М.: Издательский центр «Академия», 2008. — 272 с.
2. Прогноз социально-экономического развития Российской Федерации на 2022 год и на плановый период 2023 и 2024 годов.
3. Голубев, А. А. Финансовый менеджмент : учебное пособие / А. А. Голубев. — Санкт-Петербург : НИУ ИТМО, 2013. — 130 с.

РЕАЛИЗАЦИЯ ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ПРОГРАММ В ОБЛАСТИ ИНФОРМАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ЗДАНИЙ, СООРУЖЕНИЙ И ЛИНЕЙНЫХ ОБЪЕКТОВ

Монастырев Павел Владиславович,

ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», доктор технических наук, доцент, директор Института архитектуры, строительства и транспорта, e-mail: monastyrev68@mail.ru

Евдокимцев Олег Владимирович,

ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», кандидат технических наук, доцент кафедры «Конструкции зданий и сооружений», e-mail: gent_tam@mail.ru

Струлев Сергей Александрович,

ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», директор ЦКП «ВИМ-технологии», старший преподаватель кафедры «Конструкции зданий и сооружений», e-mail: wolk231184@mail.ru

Подписание 5 марта 2021 года премьер-министром Российской Федерации постановления правительства №331 «Об установлении случая, при котором застройщиком, техническим заказчиком, лицом, обеспечивающим или осуществляющим подготовку обоснования инвестиций, и (или) лицом, ответственным за эксплуатацию объекта капитального строительства, обеспечивается формирование и ведение информационной модели объекта капитального строительства» ознаменовало начало новой вехи в процессах цифровизации строительной индустрии и внедрения технологий информационного моделирования (ТИМ). Таким образом, сформировалась ситуация, при которой глубокая цифровизация отрасли выстраивается вокруг внедрения ТИМ на всех этапах жизненного цикла объектов капитального строительства. Столь глубокие изменения в организации строительных процессов, приводят к формированию совершенно новых компетенций, востребованных рынком труда. Последнее, в свою очередь, требует от образовательных организаций коренного пересмотра основных образовательных программ и приведения их в соответствие с текущими реалиями строительной отрасли.

В реалиях текущего момента совершенно четко прослеживается острая актуальность рассмотрения вопросов глубокого внедрения ТИМ в образовательные процессы и выстраивания новой иерархической структуры формирования цифровых компетенций у обучающихся. В противном случае может сформироваться неблагоприятная ситуация, характеризующаяся глубоким и критическими различиями между результатами обучения и текущими потребностями строительства в квалифицированных специалистах. Это может привести к снижению востребованности выпускников и эффективности функционирования образовательных организаций.

Авторы на протяжении длительного времени уделяют особое внимание процессам создания современных образовательных программ в области информационного моделирования в условиях цифровизации строительства [1 - 5]. Помимо общих вопросов по проектированию таких программ не остаются без внимания и частные вопросы организации и методического обеспечения образовательного процесса [6 - 35]. В данной работе рассматриваются вопросы реализации на практике сквозной системы применения ТИМ в образовательном учреждении и формирования компетенций, соответствующих современным профессиональным стандартам, у обучающихся на примере внедрения ТИМ в образовательный процесс подготовки специалистов различных профилей направления Строительство в институте Архитектуры, строительства и транспорта Тамбовского государственного технического университета. В том числе для воплощения в жизнь этих задач в 2018 году на базе кафедры «Конструкции зданий и сооружений» института АрхСиТ был создан Центр коллективного пользования «ВИМ-технологии», отвечающий за оказание дополнительных образовательных услуг в области ТИМ технологий, обеспечение внедрения ТИМ в образовательный процесс, в том числе методическое и консультативное обеспечение, а также разработку современных основных и дополнительных образовательных программ, программ повышения квалификации и профессиональной переподготовки.

Высшее архитектурно-строительное образование в Тамбовской области реализуется в Тамбовском государственном техническом университете. Профильное обучение проходит в институте архитектуры, строительства и транспорта (рис. 1).



Рисунок 1 – Реализация высшего архитектурно-строительного образования в ТГТУ




Рисунок 2 – Модернизация образовательных программ подготовки бакалавров по направлению 08.03.01 Строительство

Трансформация существующих образовательных программ происходит на основе проектно-модульного подхода (рис. 2). В 2022 году будет осуществлен набор на новую образовательную программу (уровень магистратура) Информационное моделирование в строительстве. Новая

образовательная программа разработана с учетом профессионального стандарта «Специалист в сфере информационного моделирования» (рис.3).

Открытие новых образовательных программ
08.04.01 Строительство
Программа магистратуры «Информационное моделирование в строительстве»



МИНИСТЕРСТВО ТРУДА И СОЦИАЛЬНОЙ ЗАЩИТЫ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
(Минтруд России)

ПРИКАЗ

16 ноября 2020. Месяц _____ № 487н

Об утверждении профессионального стандарта
«Специалист в сфере информационного моделирования в строительстве»

В соответствии с пунктом 16 Правил разработки и утверждения профессиональных стандартов, утвержденных постановлением Правительства Российской Федерации от 22 января 2013 г. №23 (Собрание законодательства Российской Федерации, 2013, №4, ст.201, 2014, №39, ст.5266), в приказе в качестве Утвердить прилагаю профессиональный стандарт «Специалист в сфере информационного моделирования в строительстве».

Министр _____ А.С. Котков

Код и наименование профессионального стандарта	Код и наименование обобщенной трудовой функции
16.151 Специалист в сфере информационного моделирования в строительстве	D. Управление процессами информационного моделирования ОКС на этапах его жизненного цикла
10.015 Специалист по организации архитектурно-строительного проектирования	A. Организация архитектурно-строительного проектирования объектов капитального строительства
16.002 Специалист технического заказчика	B. Инженерно-техническое сопровождение строительства на всех этапах жизненного цикла объекта капитального строительства или линейного объекта
10.003 Специалист по проектированию уникальных зданий и сооружений	B. Техническое руководство процессами разработки проектной документации на объекты капитального строительства, относящиеся к категории уникальных, и осуществление авторского надзора

Рисунок 3 – Использование профессиональных стандартов при разработке новой образовательной программы

Структура образовательной программы

Модуль общих вопросов технологий информационного моделирования

- Цифровые технологии в строительстве
- Технологии информационного моделирования жизненного цикла объектов строительства

Проектный модуль

- Информационное моделирование зданий с использованием САПР Autodesk Revit
- Создание комплексной информационной модели в BIM системе Renga
- Компьютерное моделирование инженерных сетей здания

Организационно-экономический модуль

- Организация BIM проекта
- Технический заказчик в процессе информационного моделирования
- Техничко-экономическая оценка информационных моделей при обосновании инвестиций

Модуль строительства

- Информационное моделирование на этапах строительства и эксплуатации
- Технологическая практика

Рисунок 4 – Общая структура реализации обучения технологии информационного моделирования

В структуре образовательной программы рассматриваются вопросы технологий информационного моделирования в области проектирования, строительства, экономики и организации (рис.4).

В то же время усилия по перестройке образовательных программ явно недостаточно. Их структура и длительность подготовки специалистов не позволяет охватить все текущие потребности рынка труда в строительстве и насытить его высококвалифицированными кадрами в кратчайшие сроки. По прежнему острой будет оставаться проблема профессиональной переподготовки и

повышения квалификации специалистов, которые уже успешно работают в данной индустрии. В такой ситуации каждая образовательная организация должна уделить внимание вопросам дополнительного профессионального образования. Ниже приведены основные программы дополнительного профессионального образования и повышения квалификации, реализуемые Центром коллективного пользования «ВІМ-технологии» в Тамбовском государственном техническом университете.

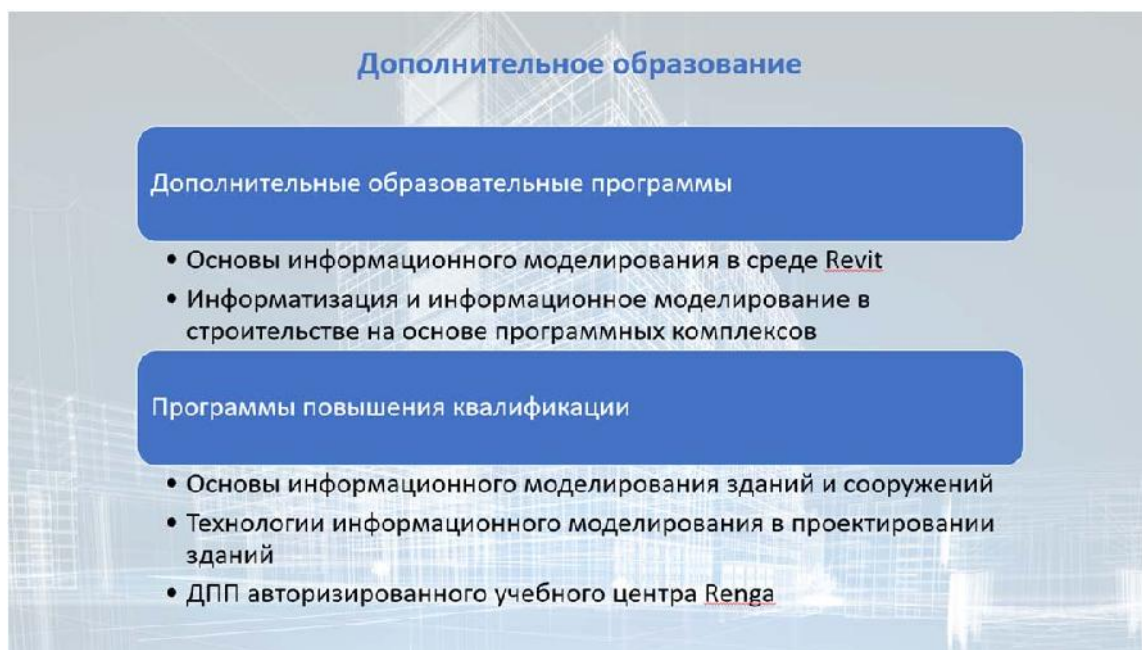


Рисунок 5 – Дополнительные образовательные программы

В области дополнительного образования разрабатываются и реализуются дополнительные образовательные программы, программы повышения квалификации (рис. 5). Дополнительное образование реализуется кафедрами института и центром коллективного пользования ВІМ-технологии.

Список использованных источников

1. Мищенко Е.С., Монастырев П.В., Евдокимцев О.В. Аспекты разработки образовательных программ в области ВІМ-технологий с учетом работодателей / Материалы 5-й международной научно-практической конференции «Устойчивое развитие региона: архитектура, строительство, транспорт». Тамбов. ТГТУ. 24-25 мая 2018 года. – Изд-во Першина Р.В. С.385-392.

2. Мищенко Е.С., Монастырев П.В., Евдокимцев О.В., Струлев С.А. Учет позиции работодателя при проектировании образовательных программ в области ВІМ-технологий. Вестник Поволжского государственного технологического университета. Серия: Материалы. Конструкции. Технологии. 2019. № 2. С. 106-115.

3. Мищенко Е.С., Монастырев П.В., Евдокимцев О.В. Информационное моделирование: образовательные программы и профессиональное сообщество. // Сборник материалов XX Международной научно-технической конференции «Актуальные проблемы строительства, строительной индустрии и архитектуры» - 2019, Тула, Издательство ТулГУ. С.204-209.

4. Mishchenko E., Monastirev P., Evdokimtsev O. Design, implementation and quality assessment of educational programs in building information modeling. В сборнике: 5th International multidisciplinary scientific conference on social sciences and arts SGEM 2018. Conference proceedings. 2018. P. 159-166.

5. Монастырев П.В., Умнова О.В., Струлев С.А. Строительное образование в период цифровизации экономики РФ // Современная наука: теория, методология, практика: Материалы 2-й всероссийской (национальной) научно-практической конференции / ТГТУ – Тамбов, изд-во ИП Чеснокова А.В., 2020. – С.278-280.

6. Ауад М.С., Евдокимцев О.В., Монастырев П.В. Разработка и реализация виртуальных лабораторных работ по исследованию напряженно-деформированного состояния металлических конструкций в вычислительных комплексах. / Материалы 6-й международной научно-практической конференции «Устойчивое развитие региона: архитектура, строительство, транспорт». Тамбов. ТГТУ – 2019, изд-во Першина Р.В. С.509-512.

7. Ауад М.С., Евдокимцев О.В., Монастырев П.В. Использование вычислительного комплекса SCAD OFFICE в образовательном процессе дисциплины «Металлические конструкции, включая сварку» // Современная наука: теория, методология, практика: Материалы 2-й всероссийской (национальной) научно-практической конференции/ ТГТУ – Тамбов, Изд-во ИП Чеснокова А.В., 2020. – С.274-278.
8. Мамаев И.И., Чень У., Молоткова Н.В., Монастырев П.В. Дидактические условия реализации многоуровневой прикладной подготовки архитекторов / Материалы 2-й международной научно-практической конференции «Устойчивое развитие региона: архитектура, строительство, транспорт». Тамбов. ТГТУ – 2015, Изд-во Першина Р.В. С.204-208.
9. Мамаев И.И., У Чэнь, Молоткова Н.В., Монастырев П.В. Компетентностный подход при подготовке в системе бакалавриата // Перспективы науки – 2015, №12 (75) – С.15-20
10. Мамаев И.И., Чень У., Молоткова Н.В., Монастырев П.В. Прикладная подготовка архитекторов в условиях технического вуза / Материалы 2-й международной научно-практической конференции «Устойчивое развитие региона: архитектура, строительство, транспорт». Тамбов. ТГТУ – 2015, Изд-во Першина Р.В. С.209-213.
11. Мищенко Е. С., Монастырев П. В., Евдокимцев О. В., Корчагина О. А., Матвеева И. В. Актуальность образовательных программ прикладной магистратуры в области энергоэффективного строительства // Вопросы современной науки и практики. Университет им. В.И. Вернадского. – 2016. - № 4(62). – С.203-209.
12. Мищенко Е.С., Монастырев П.В., Евдокимцев О.В., Мамонтов А.А., Мамонтов С.А. Международное сотрудничество как инструмент повышения качества строительного образования в Тамбовской области. В сборнике: Безопасность критических инфраструктур и территорий. Проблемы безопасности строительных критических инфраструктур Safety2018 - 2018. С. 243-249.
13. Мищенко Е.С., Монастырев П.В. Международное сотрудничество Тамбовского государственного технического университета в области архитектуры и строительства / Материалы 2-й международной научно-практической конференции «Устойчивое развитие региона: архитектура, строительство, транспорт». Тамбов. ТГТУ – 2015, Изд-во Першина Р.В. С.7-10.
14. Мищенко Е. С., Монастырев П. В., Евдокимцев О. В. Образовательная программа проекта MARUEEB как элемент системы инновационного развития региона / Сборник материалов III Международная конференция «Проблемы безопасности строительных критических инфраструктур». Екатеринбург. УрФУ. 16-17 мая 2017 года. – С.463-472.
15. Мищенко Е.С., Монастырев П.В. Опыт международного научно-образовательного сотрудничества в области архитектуры и строительства // Интеграция образования – 2015, № 4, Т. 19 – С. 10-15.
16. Мищенко Е.С., Монастырев П.В., Евдокимцев О.В. Опыт международного сотрудничества в области подготовки магистров по направлению «Строительство» на примере образовательной программы проекта «MARUEEB» // В сборнике: Современные проблемы в строительстве: постановка задач и пути их решения. Сборник научных статей Международной научно-практической конференции. ЮЗГУ. Курск, 2020. С.38-46.
17. Мищенко Е.С., Монастырев П.В., Евдокимцев О.В. Разработка, реализация, оценка качества образовательных программ в области энергоэффективного строительства // Третья национальная научно-практическая конференция молодых ученых «Актуальные вопросы, достижения и инновации науки XXI века». Выпуск 58. Издательство Першина Р.В. – 2018. С. 36-39.
18. Мищенко Е.С., Евдокимцев О.В., Монастырев П.В. Разработка образовательной программы в области повышения энергетической эффективности зданий // Сборник материалов II Международная конференция «Проблемы безопасности строительных критических инфраструктур». Екатеринбург. УрФУ. – 2016, Информационный портал УрФУ <http://www.urfu.ru>. С.166-171.
19. Мищенко Е.С., Евдокимцев О.В., Монастырев П.В., Сергеева А.А. Разработка образовательной программы в области повышения энергетической эффективности зданий // Международной научная конференция «Роль и перспективы молодежи в развитии «Зеленой экономики» 27-30 июня 2016 г., г.Гянджа, Азербайджанская республика. С.49-53.
20. Мищенко Е.С., Монастырев П.В., Евдокимцев О.В. Современные требования к уровню сформированности компетенций магистра в области энергоэффективного строительства // В.И. Вернадский: устойчивое развитие регионов: материалы Международной научно-практической конференции. 2017, г. Мичуринск.
21. Мищенко Е. С., Монастырев П. В., Евдокимцев О. В. Формирование результатов обучения магистра в области энергоэффективного строительства // Вопросы современной науки и практики. Университет им. В.И. Вернадского – 2017. - № 3(65). С.156-165.

22. Мищенко Е. С., Монастырев П. В., Евдокимцев О. В., Корчагина О. А., Матвеева И. В. Энергоэффективное строительство в Тамбовской области: образовательные аспекты / В.И. Вернадский: устойчивое развитие регионов [Электронный ресурс]: материалы Международной научно-практической конференции. В 5 т. Т. 1 – Тамбов: Изд-во ФГБОУ ВО «ТГТУ», 2016. С 232-238
23. Молоткова Н.В., Монастырев П.В., Мамаев И.И., Чэнь У. Разработка программ прикладного бакалавриата и этапы формирования многоуровневого образования // Вестник Тамбовского университета. – 2016, Т. 21, вып.1 (153) – С. 5-10.
24. Монастырев П.В., Кузнецова Н.В., Умнова О.В. Архитектурно-строительное образование в Тамбовском ГТУ: достижения и стратегия развития // Вопросы современной науки и практики. Университет им. В.И. Вернадского. – 2014. - № 3(53). – С.8-16.
25. Монастырев П.В., Евдокимцев О.В., Гавриков В.А., Зеленин Г.В. Институт архитектуры, строительства и транспорта в проблемах устойчивого развития региона // В сборнике: Устойчивое развитие региона: архитектура, строительство и транспорт. Материалы VIII-ой Международной научно-практической конференции. 2021. С. 46-68.
26. Монастырев П.В., Евдокимцев О.В. Институт архитектуры, строительства и транспорта ТГТУ в решении задач устойчивого развития региона: наука, образование, творчество // В сборнике: Устойчивое развитие региона: архитектура, строительство, транспорт. Материалы VII-ой Международной научно-практической конференции / ТГТУ – Тамбов, изд-во ИП Чеснокова А.В., 2020. - С. 16-25.
27. Монастырев П.В., Евдокимцев О.В. Концепция преобразования факультета в институт в рамках реструктуризации университета // Вестник Центрального регионального отделения РААСН. - 2014. – Выпуск 13. – С.157-165.
28. Монастырев П.В., Евдокимцев О.В., Милованов А.В. Образовательные программы Института архитектуры, строительства и транспорта как элементы инновационного развития экономики Тамбовской области / Материалы 3-й международной научно-практической конференции «Устойчивое развитие региона: архитектура, строительство, транспорт». Тамбов. ТГТУ – 2016, Изд-во Першина Р.В. С.8-14.
29. Монастырев П.В., Евдокимцев О.В. Профильный институт нового типа, как основа инновационного развития университета / Международная научно-практическая конференция «Устойчивое развитие региона: архитектура, строительство, транспорт». Тамбов. ТГТУ – 2014, С.15-22.
30. Elena Mishchenko, Pavel Monastirev, Oleg Evdokimtsev Design, Implementation and Quality Assessment of Educational Programs in Energy-Efficient Construction // 20th General Assembly of the International Experts. Florence (Italy), Fondazione Romualdo Del Bianco Istituto Internazionale Life Beyond Tourism, 2018, P.335-340.
31. Mishchenko E., Monastirev P., Evdokimtsev O., Starkova, T. Creative competitions as an element of the quality management system for architects' training // International Multidisciplinary Scientific GeoConference Surveying Geology and Mining Ecology Management, SGEM. Volume 18, Issue 6.4, 2018, Pages 653-660.
32. Mishchenko E., Monastirev P., Evdokimtsev O. Quality Improvement of Specialists Training for Energy-Efficient Construction. 2018 IOP Conf. Ser.: Mater. Sci. Eng. 463 032046 <https://doi.org/10.1088/1757-899X/463/3/032046>
33. Mishchenko E.S., Monastirev P.V., Evdokimtsev O.V. Improving the Quality of Training in Building Information Modeling. ICL 2018; Kos Island; Greece; 25 September 2018 до 28 September 2018; Code 224239. Volume 916, 2020, Pages 453-459.
34. Mishchenko E., Monastirev P., Evdokimtsev O., Starkova T. 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.
35. Mishchenko E., Monastirev P., Gavrikov V. Improving quality of education in the field of training specialists for transport industry // 7th SWS International Scientific Conference on Social Sciences ISCSS 2020. Conference Proceedings of selected articles. Sofia, Bulgaria, 2020. Pages 429-436.

К ВОПРОСУ ИНТЕГРИРОВАННОГО ОБУЧЕНИЯ АНГЛИЙСКОМУ ЯЗЫКУ И ПСИХОЛОГИИ

Акулинина Дарья Александровна,
ООО «Языковые Инновации», г. Москва, преподаватель
e-mail: ds.akulinina@gmail.com

Буланов Владимир Евгеньевич,
ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», канд. техн. наук,
доцент кафедры "Механика и инженерная графика",
e-mail: 0212wladimir@mail.ru

В 2019 г. ОЭСР (Организация Экономического Сотрудничества и Развития), опубликовала доклад, согласно которому залогом профессиональной успешности в VUCA world (volatile, uncertain, complex, and ambiguous) является сочетание мягких и твердых навыков. Согласно их докладу от 2015 г., обязательные для профессионалов развитых стран мягкие навыки включают в себя как когнитивные (память, внимательность, рациональное мышление), так и эмоциональные навыки (саморегуляция, навыки личной эффективности, коммуникативные навыки). Развивать их рекомендуется через проектную деятельность и тренинги. [1, с.36]

Появившийся еще в 90-е годы подход CLIL гармонично вписывается в это положение. Его особенность заключается в двойном фокусе: на предметном и языковом обучении. При этом язык изучается фоновно с помощью техники scaffolding (визуальная, речевая и другие виды подсказок), нет акцента на изучении грамматики и развитии навыков чтения, как в методе ESP. Предметная часть CLIL курса формируется с учетом тем, изучаемых студентами на родном языке. При отсутствии достаточной предметной компетенции у педагога, курс составляется и проводится в тандеме или с помощью предметного преподавателя [2, с. 366].

Освоение материала строится с учетом концепции 4C (Communication, Cognition, Culture, Competence). Коммуникативный компонент раскрывается через акцент на групповую работу, продуктивные речевые навыки, увеличении времени говорения обучаемых (SST) относительно времени говорения преподавателя (TST). Когнитивный компонент заданий опирается на таксономию Блума, последовательно развиваясь от Низших Навыков мышления (LOTS (Low Order Thinking Skills)) к Высшим (HOTS): запоминание, понимание, использование, анализ, оценка, творчество. Культурный компонент подразумевает включенность материала в гражданский и культурный контекст жизни студентов, попутное обучение их межкультурной грамотности. Компетентностный компонент призывает практиковать разбор кейсов и проектную деятельность. Когда речь заходит об обучении психологов, умение разбирать кейсы и работать в группе умение организовывать работу коллектива становится профессионально необходимым навыком, который можно перенять в процессе интегрированных занятий.

По итогу анализа методической литературы, были выделены следующие критерии оценки эффективности CLIL курса:

1. Соответствие 4с
А - материал отвечает на вопросы коммуникативной эффективности;
В - соответствие уроков таксономии Блума и квадранту Каммингса;
С - связь с культурной и социальной реальностью;
D - курс формирует предметные компетенции.
2. Задействованы основные языковые навыки: чтение, говорение, письмо, слушание.
3. Поддерживающие конструкции (scaffolding) и аутентичность материала (встроенность новых знаний в опыт и социальный контекст обучаемого). Какие техники поддержки (Scaffolding) были применены успешно? (инструкции, графические схемы, картинки, списки слов, вопросы, перефраз, развернутое определение, создание модели, проведение эксперимента/практическое приложение задания, брейнсторминг, работа в группах).
4. Оценка учащихся состоит из комплексной оценки их деятельности преподавателем и на основании саморефлексии по решеткам оценки.
5. Тайминг занятия: реалистичен ли? Если нет, какова была разница между реальным и запланированным таймингом? В какой момент и по какой причине произошло рассогласование? Был ли темп работы приемлемым для всех студентов?

6. Есть ли цель внутри каждого урока, и в рамках курса. Достигнуты ли они? В сфере обучения психологии, CLIL представлен курсом английского для психологов Гаян Хованисян и исследовательскими работами Салаберри (обучение психометрии), Хосе Наварро (введение в психологию: психические расстройства), Ри Онюкка (социальная психология). Учебные материалы Хованисян включают в себя три учебника «Английский для психологов» с последовательно растущим уровнем сложности (от B2). В статье [3, с.1] Гаян отмечает, что в создании учебного материала использовался и CLIL и ESP. По ее словам, спор о первенстве языка или содержания в этих двух подходах создан искусственно на уровне категорий. Книга для учителя даёт подробное описание метода CLIL и методические рекомендации для написания эссе и разбора кейсов. При этом учебник не отражает особенностей CLIL (4C), концентрируясь на чтении и однотипной работе с текстом. Для сравнения, анализ главы «стрессоустойчивость» в ESP [4, с. 10] и ЕМІ учебниках [5, с. 107] по критериям CLIL показал большее их соответствие подходу, чем вышеописанный учебник.

На исследовательском поле есть следующие заметные исследования. Группа исследователей в главе с С. Салаберри читали курс психологии (16 уроков) как часть курса английского в старшей школе. Мотивация студентов к обучению была хорошей, средняя успеваемость по предмету равнялась 6.2 (по шкале от 5 до 9) [6, с.2].

Учитывая их опыт, Х. Наварро [7, с.79] разработал курс введения в психологию для студентов-психологов. Совместив результаты промежуточных и итоговых опросов, авторы эксперимента получили высокий коэффициент усваиваемости материала, 78 % участников почувствовали улучшение навыка слушания, 52 % чувствовали себя мотивированными после курса, 81 % изъявил желание вновь участвовать в CLIL курсах.

Ри Оннюка разработала курс [8, с.3] социальной психологии для средней школы. Экспериментальные данные об эффективности курса не были предоставлены. Работа примечательна попыткой структурировать курс в соответствии с ростом когнитивной сложности и подкреплением коммуникативного компонента CLIL обучением в кооперации.

Рассматривая исследовательский компонент этих работ можно заметить, что их доказательность строится на опросе учеников, а не стандартизированных тестах. Обсуждая противоречия доказательности CLIL, М. Канадо [9, с.4] предлагает конструировать исследование со следующими характеристиками.

- эксперимент лонгитюдный
- гомогенность контрольной и экспериментальной групп подтверждена
- языковая компетенция участника оценивается стандартизированным тестом и является отдельной переменной
- предметная компетенция оценивается по унифицированным параметрам до начала курса
- статистическая методология основывается на эмпирических данных, не только на отзывах учителей и учеников
- два наблюдателя снимают на видео параллельно обычный предметный урок и CLIL урок для дальнейшего анализа
- при анализе данных, учитываются следующие независимые переменные, влияющие на различие в результатах эксперимента: тип школы (общеобразовательная, частная, специализированная), место нахождения (мегаполис, региональный центр, село, деревня), пол учащихся, социокультурный статус, уровень мотивации, способности к языку (verbal intelligence), уровень языка, продолжительность языковой практики в и вне школы, лингвистическая компетенция преподавателя.

Важно, чтобы экспериментальные данные находились в открытом доступе или распространялись посредством исследовательских конференций. Ведь только в таком случае такая комплексная и многообещающая практика как CLIL сможет развиваться.

Список использованных источников

1. OECD, Skills for Social Progress: The Power of Social and Emotional Skills, OECD Skills Studies, 2015. URL: https://read.oecd-ilibrary.org/education/skills-for-social-progress_9789264226159-en#page36
2. Сысоев П.В. Дискуссионные вопросы внедрения предметно-языкового интегрированного обучения студентов профессиональному общению в России // Язык и культура. 2019. №48. С. 349-371.
3. Hovhannisyan G, Psychology in English for university, 2012. URL: https://www.academia.edu/2205826/PSYCHOLOGY_IN_ENGLISH_FOR_UNIVERSITY
4. Gilliland T, Dooley J. Career Paths: Psychology. London: Express Publishing, 2018. 41 p.

5. Frank J.B. Psychology A Self-Teaching Guide. London: John Wiley & Sons, 2002. 276 p.
6. Salaberri S., López J., & Sánchez, M.D.M. CLIL experiences in higher education: an innovative practice in the psychology classroom // TRICLIL Proceedings: Better CLIL: more opportunities in primary, secondary and higher education / ed. by N. Evnitskaya et al. Bellaterra: Universidad Autònoma de Barcelona, 2012. P. 120-126.
7. Navarro J. & Aragón Mendizábal E. Teaching psychology at university using the content and language integrated learning (CLIL) approach // Porta Linguarum. 2021. Vol. 35. P. 77-91.
8. Onjukka R. Experiencing Life Together: A cooperative CLIL course on social psychology. University of Jyväskylä Department of Languages English, 2013.
9. Cañado Pérez M.L. From the CLIL craze to the CLIL conundrum: Addressing the current CLIL controversy // Bellaterra Journal of Teaching & Learning Language & Literature. 2016. Vol. 9. P. 9-31.

УДК 372.881.1

15.81.25 Педагогическая психология

ПРИМЕНЕНИЕ ТРЕНИНГОВОГО ПОДХОДА В ОБУЧЕНИИ СТУДЕНТОВ

Акулинина Дарья Александровна,

*ООО «Языковые Инновации», г. Москва, преподаватель
e-mail: ds.akulinina@gmail.com*

Буланов Владимир Евгеньевич,

*ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», канд. техн. наук,
доцент кафедры "Механика и инженерная графика",
e-mail: 0212wladimir@mail.ru*

Ломакина Ольга Владимировна,

*ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», канд. пед. наук,
доцент кафедры "Механика и инженерная графика",
e-mail: lomakinaolga@mail.ru*

mailto:0212wladimir@mail.ru

Обучение в вузе – это возможность получить отличное образование и открыть себе, можно сказать, дорогу в жизнь. Но это еще и серьезный стресс, большая эмоциональная встряска для тех, кто только вчера сидел за школьной партой. Учеба вообще считается одним из самых сильных стрессовых факторов, поэтому вопрос как с этим справляться является актуальным. В настоящее время большую популярность набирает такая форма обучения, как тренинг.

Согласно Г. Селье, стресс — это универсальная реакция мозга на раздражитель, которая, выражается в напряжении тела. Он имеет двоякую природу: эустресс готовит организм к активным познавательным и самоосознающим действиям; дистресс - хронический, «неотреагированный» эустресс, который может вылиться в эмоциональное выгорание, депрессию и психосоматические заболевания. Из данных определений можно выделить следующие компоненты стрессоустойчивости:

- психофизический: неизменные особенности конкретной нервной системы
- мотивационный: мотивация определяет волю, а следовательно - стиль реагирования на стресс
- волевой: способность выбрать саморегуляционную активность в зависимости от стресса
- эмоциональный: опытно выработанное умение реагировать на неприятные и экстремальные условия
- информационный: знаниевая и компетентностная готовность к действию в момент стресса
- интеллектуальный: способность оценивать, предугадывать и принимать решение в стрессовой ситуации.

Стресс в молодом возрасте обусловлен следующими факторами:

- Гормональная и физиологическая перестройка приводят к нестабильной личностной идентичности, нравственным сомнениям, эмоциональной лабильности, тревожности, «маятнику» в самооценке, неприятию своего тела. Это проявляется в повышенной раздраженности, конфликтности, хронической усталости, отсутствии аппетита или наоборот, в попытке «заесть» стресс. Преобладание возбуждения над торможением включает стратегию «бей-беги», захлестывая эмоциями и лишая осознанного контакта с реальностью.

- Наиболее сильным стрессогенным фактором становится столкновения с опасностью. Ощущая себя более самостоятельными, молодые люди начинают видеть эти ситуации более отчетливо, а значит сильнее эмоционально вовлекаться.

- Изменение характера учебной деятельности, абстрактность знания, разнообразие предметов и требований преподавателей вносят свой вклад. Осознавая себя как участника учебно-трудового процесса, обучающийся может научиться саморегуляции, планированию и ответственности. Однако есть и вероятность эмоционального выгорания, которое приводит к повышенной тревожности перед тестами или конкретными учебными дисциплинами.

Несмотря на наличие общих стресс-факторов, уровни стрессоустойчивости варьируются. Так, тинэйджеры способные отвлекаться от стрессовой ситуации на спортивные или успокаивающие активности более устойчивы к зависимостям. Вследствие того, что влияние стресса значительно зависит от интеллектуальной оценки угрозы и поиска способов преодоления стресса, более высокий уровень интеллекта и позитивный школьный опыт становятся компенсаторными факторами, снижающими стресс. Способность ставить цели, обрабатывать большое количество информации, планировать свою деятельность, принимать решение, действовать, оценивать сделанное и себя по адекватным критериям помогает распределить энергию и получать удовлетворение от учебной деятельности, а также оставляет силы для самостоятельной активности и коммуникации.

Таким образом, стрессоустойчивость определяет способность личности:

- а) адаптироваться к стрессовой ситуации, сохраняя эмоциональную устойчивость и направленность действий, пока стресс не перестанет носить угрожающий характер
- б) «сконструировать новую деятельность и придать ей доминирующий характер»
- в) уйти от стрессового воздействия

Резюмируя определение стрессоустойчивости и выделенные сложности, тренинг стрессоустойчивости для обучаемых должен разрешить следующие проблемы:

- 1) необходимость осознания индивидуальных копинг-стратегий и обретение базовых навыков психической саморегуляции
- 2) отсутствие эмоциональной осознанности и навыков эмоциональной саморегуляции
- 3) развитие коммуникативных навыков и навыков взаимодействия в группе
- 4) развитие навыков, необходимых в учебной деятельности. Т.е. работа с мотивацией, целеполагание, планирование, принятие решения и действие в стрессовой обстановке, анализ сделанного и рефлексивная самооценка.

Социально-педагогический тренинг - это групповые занятия по 30-45 минут в который входят три этапа: приветствие и создание безопасной обстановки в группе, практическая часть и подведение итогов, рефлексия. Практическая часть может быть представлена ролевыми играми, кейсами и обсуждениями, отобранными для решения следующих задач:

- 1) ликбез по теме стресса и копинг-стратегий
- 2) научение «программированному поведению», т.е. выбор стрессоустойчивой ролевой модели и погружение в роль, ее «отыгрыш»
- 3) развитие коммуникативных умений и навыков группового взаимодействия
- 4) развитие самоанализа и способности к прогнозированию
- 5) умение распознавать эмоции и управлять ими

Предлагаем несколько вариантов тренингов.

Первый тренинг отвечает за целеполагание и мотивацию всего процесса. Обучающиеся знакомятся, совместно вырабатывают правила взаимодействия в группе. Затем обсуждаются их ассоциации с темой стрессоустойчивость и ожидания от предстоящих занятий. Преподаватель дает краткую обратную связь на ожидания, обозначая какой конкретно цели смогут достигнуть благодаря тренингу. В этот момент стоит отметить важность целеполагания как ориентира и мотивации в работе над собой: достигнутая цель - главный критерий оценки результата работы. Далее предлагается актуализировать трудные стрессовые ситуации, дописав в рабочий дневник окончание следующих враз: «Мне трудно, когда ...», «Я злюсь, если...», «Меня радует, если...». С помощью записанных ответов обучающийся выбирает цели, отражающие его потребности. В заключении занятия, делятся или записывают в блокнот, что помогло им понять прошедшее занятие.

Это занятие отражает свою тему, последовательно и рефлексивно помогает сформулировать личную мотивацию для участия в тренинге, осознать его цели, увлечься процессом. При этом, он не требует серьезной эмоциональной связи с членами группы, мягко вводит в групповую деятельность. Планируется использовать его, конкретизировав процесс знакомства и выработки правил группового обсуждения, раздаточные материалы.

Второй тренинг начинается с лекции, которая знакомит с понятием, признаками и видами стресса, а также с тремя его стадиями: тревогой, сопротивлением и истощением. Подчеркивается важность

умения прислушиваться к своим внутренним ощущениям, чтобы своевременно понять, какие действия предпринять между первой и второй стадией, а также дать отдых организму, чтобы не произошло перехода от второй к третьей. Далее следует сокращенная версия теста Тейлора (12 вопросов). Студентам, давшим положительные ответы, предлагается прочитать 32 рекомендации психолога. Рекомендации не связаны с заданными ранее вопросами, их мотивированность носит смутную природу. Так, для работы с навязчивыми мыслями предлагается их не думать, стрессовую обстановку и физическую боль - избегать, самооценку предлагается повысить, «устранив комплекс неполноценности», да и вообще смотреть на жизнь с юмором, больше улыбаться, восхищаться всем вокруг и не использовать негативно окрашенную лексику. Относительно физиологической саморегуляции, предлагается следить за дыханием, замедляя его в стрессовых условиях, пару раз в неделю делать «суставную разминку» и контактный массаж, двигаться плавно, следить за режимом дня и питанием, спать 7 часов в день, давать себе полноценный выходной раз в неделю. Будучи простыми и действенными, рекомендации не оформлены общей мотивирующей идеей, не детализированы и не включены в более широкий контекст обучения. Отсюда ощущение их формальности, второсортности. В последующих тренингах не отрабатывается прогрессивная релаксация Э. Джекобсона, имеющая научную доказанность для эмоциональной психорегуляции. Рекомендации, связанные с мышлением и учебной деятельностью представлены метафоричным описанием важности позитивного мышления и мотивации, необходимости держать рабочее место в порядке, планировать и приоритизировать задачи, отрабатывать и репетировать свои действия перед занятиями, вызывающими дискомфорт. Из-за приведенных выше сложностей в подаче, после прочтения рекомендаций их сложно систематизировать и повторно воспроизвести. Не удивительна потеря мотивированности и недоверчивость участников тренинга, замеченная после двух первых занятий. Следующее за рекомендациями упражнение пыгается решить эту проблему предлагая проективную технику «Смятый лист». Она позволяет в расслабленной творческой обстановке вспомнить приведенные в лекции рекомендации и применить их к существующей проблеме. Будет уместным обсуждение полученных результатов в малых группах, а не всей аудиторией. Заключает занятие-упражнение «Я и стресс», позволяющее внимательнее рассмотреть существующий стрессовый фактор, свою позицию и способы совладения с ним. В этом упражнении так же есть часть, направленное на групповое обсуждение, в чем они хороши в момент стресса, а что хочется усовершенствовать. Данное упражнение стоит включить в первый же тренинг. Оно дает возможность более точно и предметно обсудить, чем надо будет заниматься на последующих занятиях. Например, можно дать материал о различных способах совладения со стрессом и уточнить, какие навыки стоит развить для каждого из них. В целом, если заменить лекционный материал на более систематизированный и прикладной, лекционный формат второго тренинга и заключающие его упражнения выглядят удачным решением вопроса теоретической осведомленности обучающихся о видах стресса и стратегий совладения с ним.

Третий тренинг назван «Искусство общения» и посвящен коммуникативным навыкам. Развивать их предлагается через ролевую игру «журналист - интервьюируемый» и задание на смол-ток о себе и семье. Можно развернуть эту тему шире, дав некоторое количество теории и более разнообразные упражнения. Тем не менее, это занятие явно пойдет на пользу внутригрупповой динамике и станет безопасной и веселой тренировкой социального взаимодействия.

Четвертый и пятый тренинг озаглавлены как «Учимся ценить жизнь» и направлены на «формирование ценностного отношения к жизни.» Вошедшие в него упражнения «Подарок» и «Стекло» являются модификацией игры «крокодил», могут улучшить взаимодействие в группе, но никак не отвечают поставленной цели. Более того, сама цель не отвечает поставленным ранее задачам. Упражнения «Подводная лодка» видится немотивированным и неоправданно эмоционально тяжелым. Оно может побудить обсуждение экзистенциальных вопросов относительно ценности своей жизни, но опять же, это не соответствует первоначальным целям тренинга. Если же это возможность применить дистрессовые техники на практике, гораздо более удачным кажется упражнение «три ответа». После этого можно дать медитацию на заземление или поиск внутреннего уютного места, чтобы стабилизировать эмоциональный фон. В итоге, четвертый и пятый тренинг возможно использовать фрагментарно.

Тема эмоциональной саморегуляции должна раскрываться не только с позиции своевременной идентификации второй стадии стресса и засилия позитивного мышления, но и через развитие умения различать, определять и выражать свои эмоции. Самоуспокоение, позитивное мышление и придание смысла стрессовым ситуациям нужно как импульс для дальнейших последовательных и рациональных действий по преодолению этих ситуаций. Если же действия не предпринимаются, человек застревает в рутине или уходит в дистресс.

Список использованных источников

1. Бильданова В.Р., доц. Г.К. Бисерова, доц. Г.Р. Шагивалеева Психология стресса и методы его профилактики: учебно-методическое пособие, Издательство ЕИ КФУ, – Елабуга (2015). – 142 с.
2. Кочетова Н.В. Формирование стрессоустойчивости у старшеклассников. Ур. гос. пед. ун-т. Екатеринбург, 2019. - 80 с.
3. Родионова Е.В. Методологические основы предметно-языкового интегрированного обучения в высшей школе // Наука и перспективы. 2018. №4. <https://cyberleninka.ru/article/n/metodologicheskie-osnovy-predmetno-yazykovogo-integrirovannogo-obucheniya-v-vysshey-shkole>
4. Фаланина А.А. Формирование стрессоустойчивости подростков посредством социально-педагогического тренинга “ АГПУ им. В.М. Шукшина, Бийск 2019. - 83 с.
5. Сысов П.В. Дискуссионные вопросы внедрения предметно-языкового интегрированного обучения студентов профессиональному общению в России // Язык и культура. 2019. №48. С. 349-371.
6. Hovhannisyan G, Psychology in English for university, 2012. URL: https://www.academia.edu/2205826/_PSYCHOLOGY_IN_ENGLISH_FOR_UNIVERSITY
7. Gilliland T, Dooley J. Career Paths: Psychology. London: Express Publishing, 2018. 41 p.
8. Frank J.B. Psychology A Self-Teaching Guide. London: John Wiley & Sons, 2002. 276 p.
9. Salaberri S., López J., & Sánchez, M.D.M. CLIL experiences in higher education: an innovative.

УДК 37.01/09

14.07.09 Общая методика обучения

КЕЙС-МЕТОД ПРИ ИЗУЧЕНИИ РУССКОГО ЯЗЫКА КАК ИНОСТРАННОГО В НЕЯЗЫКОВОМ ВУЗЕ

Глазкова Марина Михайловна,

*ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», к. филол.н., доцент,
e-mail: rusfilol37@mail.ru*

Социально-экономическая ситуация на современном этапе развития цивилизации предполагает человека активного, деятельного, коммуникативного, способного мобильно решать возникающие проблемы разного характера.

Современные Федеральные образовательные стандарты высшего образования (ФГОС ВО), разработанные с учетом особенностей социальной, экономической, культурной сфер, при изучении иностранных языков требуют от студентов и преподавателей как стандартизированных, так и личностных компетенций. Согласно ФГОС ВО 3++, студент «Способен осуществлять деловую коммуникацию в устной и письменной формах на государственном языке Российской Федерации и иностранном(ых) языке(ах)».

Следуя данному вектору направленности в подготовке будущего специалиста и активной социальной единицы, преподавателю целесообразно использовать интерактивные методы обучения, способствующие развитию навыков самостоятельности, пробуждающие осознанный интерес к знаниям и творческий потенциал, продолжающие осуществление процесса социализации, базирующиеся на сотрудничестве субъектов образовательного процесса.

К числу наиболее эффективных методов интерактивного обучения относится кейс-метод – метод анализа – ситуаций. Этот термин вошел в русский язык из английского (case study) и обозначает «обучающий случай». Задачей данного метода является подробное «описание жизненной ситуации», которая содержит практическую проблему и требует определенного комплекса знаний [1]. Впервые метод анализа конкретных ситуаций или кейс-метод был применен в 1924 году в Гарвардском университете (США) [2].

В методике преподавания русского языка как иностранного (РКИ) использование кейс-метода позволяет осуществлять языковую подготовку студентов с учетом их индивидуальных особенностей. Русский язык – язык непростого синтаксиса, большого количества лексики и оттенков значений слов, сложных грамматических конструкций. Он по праву считается одним из самых трудных для изучения. Надо отметить, что русский язык стоит особняком в российской образовательной среде, так как является объектом и средством обучения (русский язык – образовательный предмет и язык, на котором изучаются другие программы). В наши дни проблема обучения русскому языку как иностранному (РКИ) становится все более актуальной в вузах. В связи с этим одной из основных

задач, стоящих перед современной методикой, является оптимизация процесса обучения, под которой подразумевается «научно обоснованный выбор и осуществление наилучшего для данных условий варианта задач, содержания, форм и методов обучения с точки зрения определенных критериев» [3]. В наши дни основным подходом в преподавании РКИ считается коммуникативный, так как он делает процесс обучения студентов более эффективным, понятным. Также он несёт в себе необходимость развития свободного мышления на изучаемом языке, что ещё раз доказывает большую результативность данного подхода. При этом он позволяет реализовывать большее количество интерактивных технологий.

Итак, кейс-метод – форма, в основе которой лежит всесторонний анализ проблемы, являющейся актуальной для данной группы обучающихся. Они должны изучить ситуацию, разобраться в проблеме, предложить возможные решения и выбрать лучшее из них. Суть этого метода в том, что обучающимся предлагается найти решение для ситуации, которая имеет отношение к реальным жизненным дилеммам и описание которых отражает какую-либо практическую задачу. Отличительной особенностью данного метода является создание проблемной ситуации на основе фактов из реальной жизни. Задания выдаются студентам в виде особых проблем (кейсов), знания обучающиеся получают в результате аналитической и творческой деятельности. Данный метод имеет ряд особенностей, которые отличают его от других интерактивных форм, например: центральный пункт – проблема, а не предмет, кейс должен иметь дело с конкретным объектом, а не только с общей теорией, обучаемые обязаны активно участвовать в процессе учения, а не только быть пассивными слушателями [4].

Применение данного метода при обучении русскому языку как иностранному эффективно для студентов неязыковых вузов. Это объясняется тем, что «кейс-метод, относящийся к интерактивному обучению, повышает мотивацию и вовлеченность студентов в решении обсуждаемых проблем, что придает эмоциональный импульс последующей поисковой деятельности» [5]. Это также «формирует способность учащихся к саморазвитию и самообразованию» [6].

Включение в образовательный процесс кейс-метода формирует у обучающихся умения и навыки (рис. 1), значимые для возможности каждого из них состояться как личность, как высококвалифицированный специалист и быть востребованным и конкурентоспособным на рынке труда.

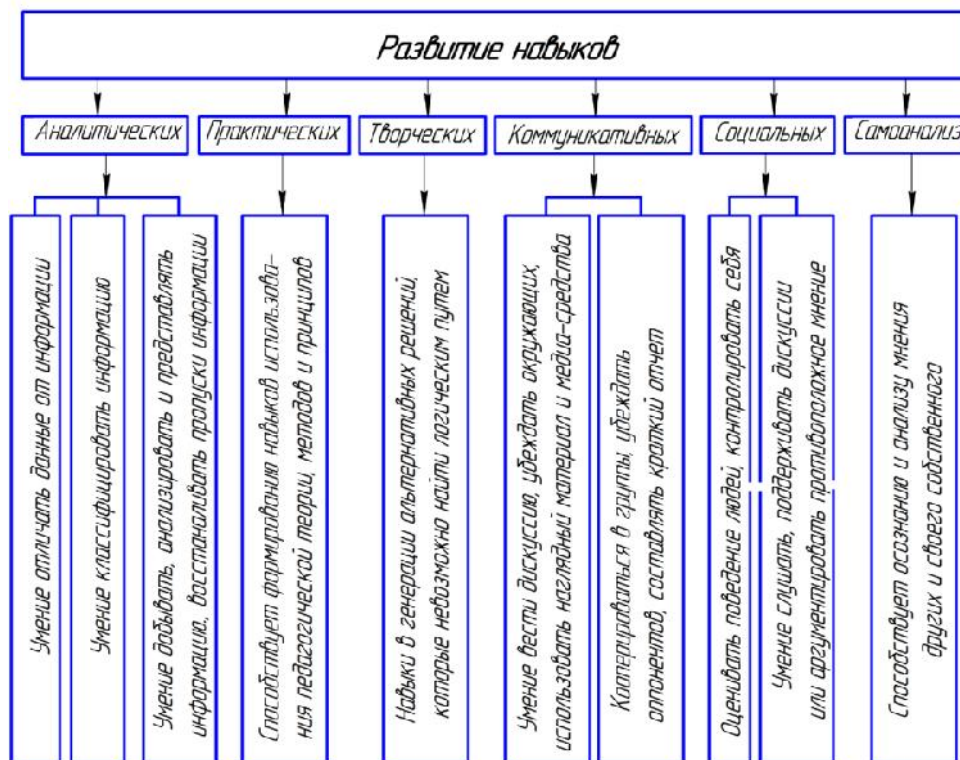


Рисунок 1 – Навыки, развивающиеся у студентов

Таким образом, использование кейса имеет достаточно широкие возможности в формировании профессиональной компетентности будущих специалистов, что подтверждает целесообразность активного включения данного метода в процесс языковой подготовки студентов.

Немаловажным является тот факт, что студенты позитивно относятся к занятиям с применением этого инновационного метода интерактивной работы, поскольку им представляется возможность не только актуализировать учебную информацию, нацеленную на овладение языком, но и апробировать языковую теорию в процессе разрешения проблемной ситуации.

На уроках РКИ абсолютно любая тема может быть разработана и подана студентам в формате кейс-метода. Преимуществом использования данной технологии на уроке русского языка как иностранного является то, что студенты анализируют информацию, делают предположения и формулируют выводы на русском языке, они, по сути, учатся «думать на русском языке». Следовательно, данный вид работы помогает студентам активизировать творческие способности и применять знания русского языка.

В педагогической литературе существуют разные деления кейсов на группы в зависимости от того, какой критерий положен в основу дифференциации (рис. 2).

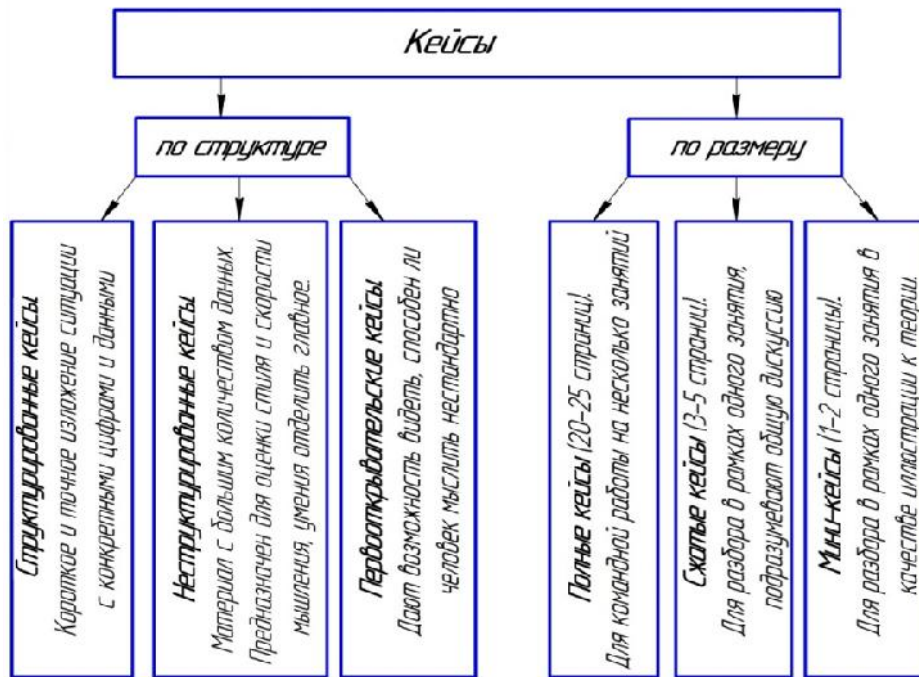


Рисунок 2 – Деление кейсов на группы

Кейс-метод обладает отличительными особенностями (рис. 3).



Рисунок 3 - Отличительные особенности кейс-метода

На основе сравнительно-обобщительного анализа кейсы можно дифференцировать следующим образом (рис. 4).

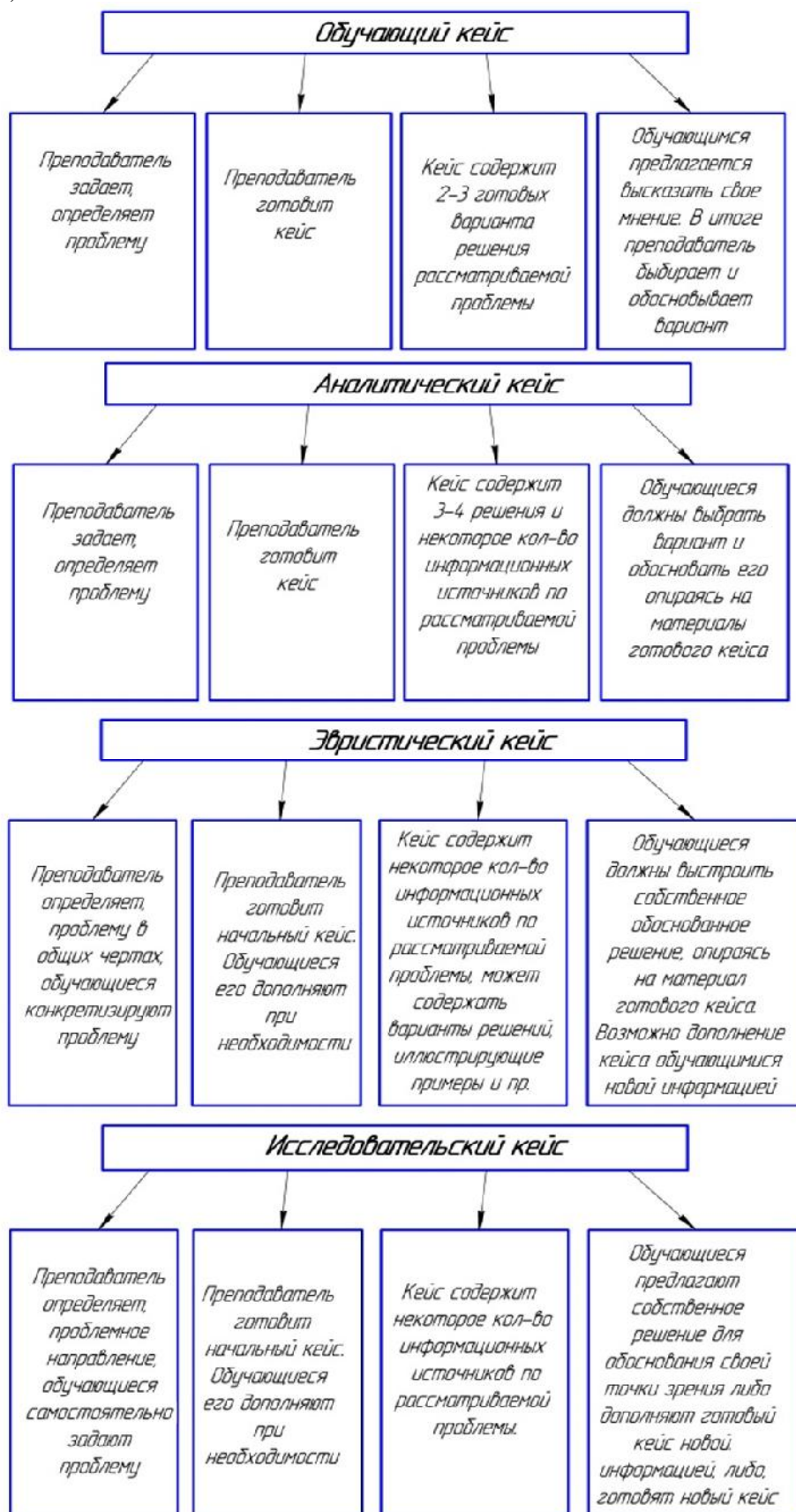


Рисунок 4 – Типы кейсов на основе сравнительно-обобщительного анализа

Последний тип кейсов эффективен для индивидуальной работы или для групп студентов минимального состава с целью помощи в подготовке проекта по каким-либо дисциплинам. Материал научно-исследовательского кейса выборочно возможно включать в структуру других кейсов, в том числе в качестве демонстрационного материала.

Научно-исследовательские кейсы целесообразно применять для подготовки проектов отдельными студентами или группой студентов, а не для обучения всех студентов вообще. При этом информацию, полученную в ходе выполнения научно-исследовательского кейса, в дальнейшем можно будет использовать для подготовки других кейсов или для иллюстрирования теоретических положений лекционного занятия практическими примерами. При этом не исключена возможность проведения научного исследования в рамках выполнения кейса по заданию будущего работодателя.

Выбор преподавателем конкретного вида кейса зависит от целевой установки, аудитории и уместности его использования.

Известно множество педагогических технологий, способствующих интенсивности и эффективности процесса обучения, а значит, высокому качеству результатов обучения, среди которых можно назвать следующие (рис. 5).



Рисунок 5 – Педагогические технологии

Как было отмечено выше, особенность кейс-метода состоит в том, что определенная проблемная ситуация, взятая из реальной жизни или приближенная к ней, может иметь множество путей ее разрешения и допускает плюралистичность выводов, неоднозначность истины. Итоговая точка зрения каждого при этом, конечно, должна быть аргументирована, доказательна. В одних случаях выбранная преподавателем ситуация позволяет ему подготовить оптимальное решение с хорошей доказательной базой и подвести к нему студентов. В других – это сделать достаточно трудно. Успех применения кейс-метода, безусловно, зависит от уровня квалификации преподавателя, уровня подготовки студентов и качества кейса.

Что должен учесть преподаватель (рис. 6), выбирая, создавая такое задание, а также реализуя его на занятии?

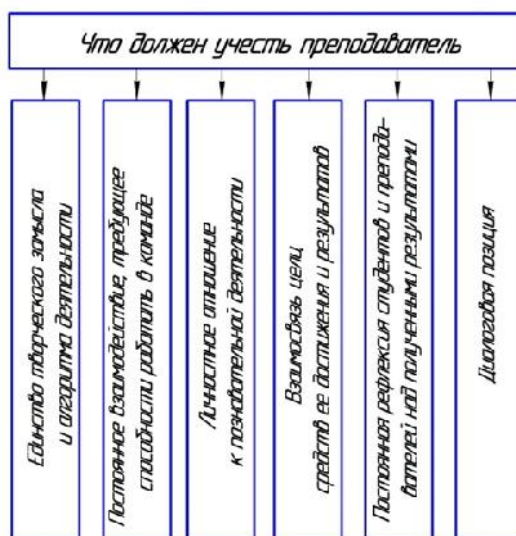


Рисунок 6 – Принципы организации занятия

При проведении занятия в режиме кейс-метода на стадии дискуссии преподавателю следует при-
 нять во внимание следующие риски (рис. 7).

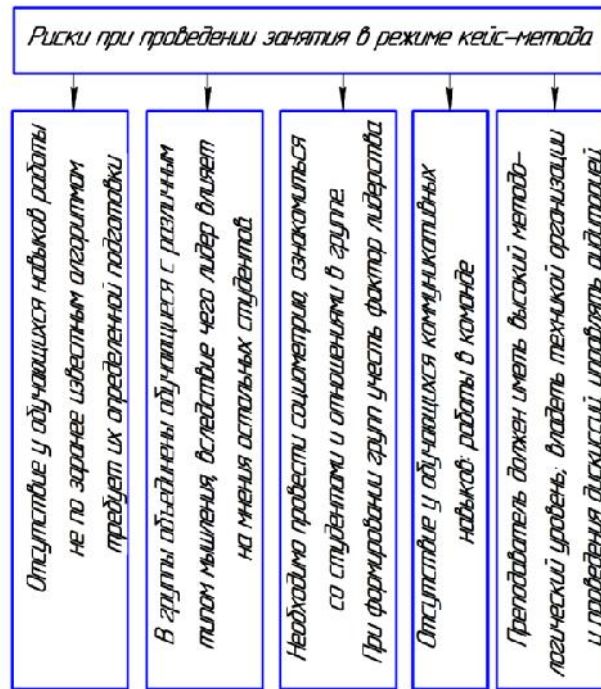


Рисунок 7 – Психолого-педагогические риски при проведении занятий в режиме кейс-метода

Составление кейса представляет сложную работу для преподавателя, заключающуюся в подборе материала, который должен воплощать современные реалии и быть фактически достоверным; созданию дилеммы, в разрешении которой студенты смогут реализовать весь комплекс имеющихся знаний по русскому языку и той науки (сферы жизни), с которой происходит интеграция. Описание жизненной ситуации может быть предложено в печатном виде, в аудио- или видеоматериала. От преподавателя требуется грамотно, четко сформулировать проблему и направляющие вопросы, способные вовлечь в процесс анализа кейса всех студентов. При составлении заданий для кейса преподаватель обязательно должен учитывать принципы посильности, качества, количества, этики.

Метод кейсов рекомендуется проводить в несколько этапов (рис.8.):

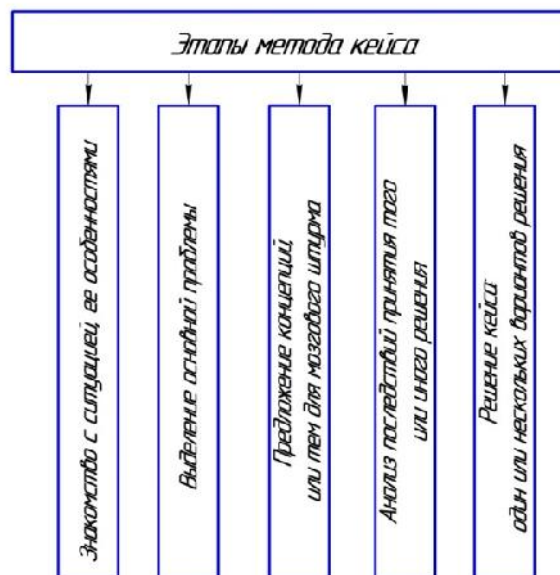


Рисунок 8 – Этапы метода кейса

Что касается методологии составления кейса, рекомендуется следующая последовательность работы:

- записать цель (тему), над которой предстоит работать подгруппе;
- выписать вопросы для данной темы;
- подготовить «кейс» с различными информационными материалами (статьи, литературные рассказы, сайты в сети Интернет, статистические отчеты и пр.);
- организовать деятельность обучающихся по разрешению поставленной проблемы;
- выработать и принять всей группой правила оценивания решений;
- по каждому вопросу в ходе дискуссии кратко высказать мнения, разрешать и не допускать конфликты;
- сформулировать результирующее мнение, которое будет являться решением поставленной цели.

Имея ролевой, проблемный, событийный, дискуссионный, деятельностный, пространственный и временной аспекты, любой кейс моделирует ситуацию общения в профессиональной сфере, специфичную по собственной лексике (терминологии, клише, фразеологии, лексической сочетаемости – т.е., по тезаурусу), по направленности мысли и сознания на определенный объект (по интенции в коммуникативном и практическом смыслах). Таким образом, кейс-метод позволяет студентам приобрести необходимую им информацию теоретического и практического характеров и способы реализации их мыслительной деятельности через дискурс, характеризующийся ситуативной и социальной обусловленностью, тематической связностью, неоднородностью структурированности и заключающий в себе особенности иноязычного (русского) лингвосоциума. Кейс-метод, являясь важным методическим звеном, может включать технологию дискурс-анализа и осуществлять обучение иноязычному (русскому) дискурсу, что и соответствует содержанию ФГОС и реализации требуемой компетенции.

Список использованных источников

1. Власова Н. В. Современные образовательные технологии в контексте новых федеральных государственных образовательных стандартов // Теория и практика образования в современном мире: материалы междунар. заоч. науч. конф. (г. Санкт-Петербург, февраль 2012 г.). – СПб.: Реноме, 2012. – С. 278-280.
2. Соловова Е.Н. Методика обучения иностранным языкам: пособие для студентов пед. вузов / Е.Н. Соловова. – 2-е изд. – М.: АСТ: Астрель, 2010. – 272 с.
3. Бабанский Ю.К. Педагогика: Учеб. пособие для студентов / М.: Просвещение, 1983, 608 с.
4. Смолянинова О. Г. Инновационные технологии обучения студентов на основе метода Case Study // Инновации в российском образовании. – Москва: ВПО, 2000.
4. Павленко В.Г. Интерактивные технологии обучения иностранному языку. Уральский научный вестник. 2016. Т. 6. –№ 2. С. 3.
5. Дюмина С.В. Управление формированием универсальных учебных действий обучающихся как актуальная проблема современного образования. Известия Юго-Западного государственного университета. Серия: Лингвистика и педагогика. 2015. № 2 (15). С. 99-104.

Научное издание

**СОВРЕМЕННАЯ НАУКА:
ТЕОРИЯ, МЕТОДОЛОГИЯ, ПРАКТИКА**

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

Тамбов, 20-21 апреля 2022г.

**Издательство ИП Чеснокова А.В.
392020, г. Тамбов, ул. О. Кошевого 14. Тел. (4752) 53-60-84.**

Формат 60х90/8. Бумага офсетная.
Печать электрографическая. Гарнитура Times.
Объем – 39,0 усл. печ. л. Тираж 150 экз.