

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Волгоградский государственный технический университет

АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ СТРОИТЕЛЬНОГО КОМПЛЕКСА

Сборник трудов
Международной научно-практической конференции,
15–16 декабря 2022 г., Волгоград

Волгоград. ВолгГТУ. 2022



© Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение
высшего образования
«Волгоградский государственный
технический университет», 2022
© Авторы статей, 2022

УДК 69(063)
ББК 38.1я43
А437

Главный редактор *О. В. Бурлаченко*, доктор технических наук, профессор,
заместитель директора по научной работе ИАиС ВолгГТУ,
заведующий кафедрой технологий строительного производства;

Заместитель главного редактора *В. А. Пиеничкина*, доктор технических наук, профессор,
заведующая кафедрой строительных конструкций, оснований и надежности сооружений ИАиС ВолгГТУ;

Ответственный секретарь *В. В. Габова*, кандидат технических наук, доцент,
заместитель декана факультета строительства и ЖКХ по научной работе,
доцент кафедры строительных конструкций, оснований и надежности сооружений ИАиС ВолгГТУ

Члены редколлегии:

В. Н. Азаров, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой безопасности жизнедеятельности
в строительстве и городском хозяйстве ИАиС ВолгГТУ;

Т. К. Акчурун, кандидат технических наук, профессор, заведующий кафедрой строительных материалов
и специальных технологий ИАиС ВолгГТУ;

С. В. Алексиков, доктор технических наук, профессор,
заведующий кафедрой строительства и эксплуатации транспортных сооружений ИАиС ВолгГТУ;

А. В. Антюфеев, член-корреспондент РААСН, заслуженный архитектор Российской Федерации,
почетный архитектор России, член Союза архитекторов России,
член Союза реставраторов Российской Федерации, член ИКОМОС,
член правления Национальной палаты архитекторов России, член ФУМО по направлению «Архитектура»;

М. Л. Манзюк, заместитель заведующего РИО ВолгГТУ;

В. В. Вовко, кандидат технических наук, доцент, начальник отдела научных исследований и разработок ИАиС ВолгГТУ,
доцент кафедры строительных материалов и специальных технологий ИАиС ВолгГТУ;

Л. М. Весова, кандидат технических наук, доцент,
доцент кафедры технологий строительного производства ИАиС ВолгГТУ;

Е. В. Фомичева, инженер кафедры строительных конструкций, оснований и надежности сооружений ИАиС ВолгГТУ;

Р. А. Меняйлова, кандидат экономических наук, доцент, доцент кафедры цифровой экономики в ЖКХ ИАиС ВолгГТУ;

А. М. Ахмедов, старший преподаватель кафедры технологий строительного производства

Актуальные проблемы и перспективы развития строительного комплекса
А437 [Электронный ресурс] : сборник трудов Международной научно-практической
конференции, 15—16 декабря 2022 г., Волгоград / Министерство науки и высшего
образования Российской Федерации, Волгоградский государственный технический
университет. — Электронные текстовые и графические данные (24,0 Мбайт). —
Волгоград: Изд-во ВолгГТУ, 2022. — Электронное издание локального распро-
странения. — 1 электрон.-опт. диск (CD-R). Систем. требования: PC 486 DX-33;
Microsoft Windows XP; 2-скоростной дисковод CD-ROM; Adobe Reader 6.0. —
Загл. с этикетки диска.

ISBN 978-5-9948-4582-0

Представлены материалы исследований, проводимых в области строительства по сле-
дующим направлениям: строительные конструкции, экологическое строительство, инноваци-
онные материалы и технологические решения в строительстве, в том числе на основе
ВИМ-технологий.

Для научных работников, преподавателей вузов, соискателей, аспирантов, студентов
и специалистов строительной отрасли.

УДК 69(063)

ББК 38.1я43

ISBN 978-5-9948-4582-0



© Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение
высшего образования
«Волгоградский государственный
технический университет», 2022
© Авторы статей, 2022

СОДЕРЖАНИЕ

СЕКЦИЯ 1. ОСНОВАНИЯ И ФУНДАМЕНТЫ, СТРОИТЕЛЬНЫЕ КОНСТРУКЦИИ, ЗДАНИЯ И СООРУЖЕНИЯ

<i>Арушонок Ю. Ю.</i> Электротензометрия при испытаниях конструкций статической нагрузкой.....	9
<i>Балашова Е. Я., Рыбакова Л. Ю.</i> Проблемы проектирования сейсмостойких зданий	21
<i>Вдовин Д. В., Рекунов С. С.</i> Исследование работы конструкции железобетонного здания при возникновении прогрессирующего обрушения	29
<i>Кашина Е. С., Габова В. В.</i> Оценка взаимного влияния фундаментов близкорасположенных разновысотных зданий.....	35
<i>Насиров Р. К., Арушонок Ю. Ю.</i> Методы определения прочности бетона при обследовании зданий и сооружений	39
<i>Родионов А. В., Савенкова В. П., Габова В. В.</i> Динамическая комфортность, ускорение от пульсации.....	48
<i>Сафонова С. А., Рекунов С. С.</i> Особенности работы конструкций здания по хранению и переработке зерна	51
<i>Сиротенко О. О., Засадченко И. А., Габова В. В.</i> Оценка влияния взрывной опасности на основные несущие конструкции	58
<i>Федосюк И. В., Рекунов С. С.</i> Разработка проектных решений для обеспечения безопасности гидротехнических сооружений при особых воздействиях	65
<i>Чанчан М., Хамиси С.</i> Сравнительное исследование распределения сейсмических нагрузок зданий с асимметриями в плане	71
<i>Широков В. С.</i> Влияние параметров внутримодульного соединения на его жесткость.....	79

СЕКЦИЯ 2. ИНФОРМАЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ СТРОИТЕЛЬНОГО КОМПЛЕКСА

<i>Бондаренко М. А., Стасюк В. В., Гущина Ю. В.</i> Перспективы развития строительства мобильных сборных домов в России	87
<i>Борисова Н. И., Христенко В. В., Кадыров Э. Б.</i> Инновационное развитие строительной отрасли как фактор улучшения инфраструктуры современного города	96
<i>Гущина Ю. В., Макрушин Н. С.</i> Совершенствование проектирования строительного генерального плана на основе BIM-моделирования	103
<i>Инякин А. Т., Гущина Ю. В.</i> Совершенствование методов проектирования в строительстве на основе организационно-технологического моделирования	113
<i>Кривошеев А. А., Гущина Ю. В.</i> Организационно-технологические аспекты применения BIM-технологий в календарном планировании строительства	120
<i>Нечетов Р. В., Весова Л. М.</i> Выбор метода зимнего бетонирования с учетом энергоресурсов и экономичности	127

<i>Севостьянова А. Г., Чередниченко Т. Ф.</i> Исследование эффективности устройства топпинговых полов	130
<i>Христенко В. В., Борисова Н. И.</i> Цифровые тенденции развития экономики в строительной отрасли	134
<i>Чугунов А. С., Весова Л. М.</i> Перспективные технологии строительства зданий	139
<i>Штанько М. А., Весова Л. М.</i> Проблемы операционного контроля качества строительно-монтажных работ.....	142
<i>Яценко С. О., Жиборкин Д. А., Жумаев С. Ю.</i> Строительная отрасль Волгоградской области в период нестабильности.....	146

СЕКЦИЯ 3. ПЕРСПЕКТИВНЫЕ СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ТЕХНОЛОГИИ

<i>Борисова Н. И., Христенко В. В., Благородова Т. В., Ким Е. О.</i> Региональные аспекты исследования уровня энергоэффективности деятельности строительных предприятий	149
<i>Евстигнеев С. А., Страхов А. В., Тимохин Д. К., Корольков Г. А.</i> Влияние кремнезем содержащей породы на определение кислотно-основные свойства композиционного вяжущего	155
<i>Клинкова Г. И., Колтунов Д. Р., Маслов Н. А., Лупиногина О. К.</i> Исследования влияния процесса рассева и сушки карьерного песка на стабильность технологических показателей цементно-песчаной смеси для производства Lego-кирпича	161
<i>Колтунов Д. Р., Маслов Н. А., Лукьяница С. В., Лупиногина О. К.</i> Разработка тиксотропных цементных смесей для восстановительных работ с использованием осадочных горных пород Волгоградской области	165
<i>Крахоткин С. М., Лукиных С. В., Молчанов К. О., Лупиногина О. К.</i> Изучение влияния влажности песка на технологические характеристики раствора и прочностные характеристики при производстве прессованного облицовочного кирпича.....	169
<i>Крахоткин С. М., Лукиных С. В., Молчанов К. О., Лупиногина О. К.</i> Применения местных материалов Волгоградской области для производства полимербетонных	173
<i>Мулекаева Э. Ф., Фомина Н. Н., Павлова И. Л.</i> Фасадные системы зданий повышенной этажности: пожарная безопасность материалов	177
<i>Тимофеев А. Г., Бондарев И. А., Ляшенко И. С., Бастрыкин Е. А.</i> Разработка нового сорбционно-фильтрующего материала для повторного использования производственных сточных вод.....	189

СЕКЦИЯ 4. ПЕРСПЕКТИВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ФОРМИРОВАНИЯ КОМФОРТНОЙ ГОРОДСКОЙ СРЕДЫ

<i>Антонова Н. Н., Найко Е. Ю., Соколова Д. В.</i> Современный подход к организации общественно-коммуникационных пространств в высших учебных заведениях.....	194
<i>Вогель М. С., Птичникова Г. А.</i> Функционально-планировочная организация малых университетских ботанических садов	210
<i>Голодова А. Д., Михеева И. А., Речкунова Е. Р.</i> Геттоизация промышленных городов: кейс Волгограда.....	219

<i>Коростелева Н. В., Тришина Т. Д.</i> Визуальная среда как важный фактор экологического комфорта в городах	223
<i>Кумова К. С. Стеценко С. Е.</i> Идентификация территорий малых городов при разработке концептуальных решений по их реновации	232
<i>Молоткова В. А.</i> Водный путь как туристический маршрут расположения объектов военной истории Сталинграда — Волгограда.....	234
<i>Молоткова В. А.</i> Градостроительный и социокультурный анализ Волгоградского планетария	240
<i>Москалева Д. В.</i> Градостроительные и архитектурные особенности г. Краснодара	246
<i>Сидорова П. В., Растяпина О. А.</i> Реновация исторической промышленной территории	251
<i>Синицин Е. Р.</i> Архитектура, градостроительство, строительство: концепции современности	254
<i>Сокольская О. Н., Фотиева В. А.</i> Озеленение крыш	259
<i>Татаринцева А. С., Воронцова Ю. В., Янушкина Ю. В.</i> Будущая жизнь памятника архитектуры	263
<i>Тырин В. В., Лактюхина Е. Г.</i> Новый урбанизм в постсоветских городах: проблема транспорта	276
<i>Черкасова А. В., Янушкина Ю. В.</i> Актуальные проблемы приспособления объектов культурного наследия к современному использованию	280
<i>Шевчук И. В., Виноградов Т. В., Соколов И. И.</i> Основной вектор современных совершенствований архитектурных пространств общественных центров	284
<i>Ястребова Н. А., Етеревская И. Н.</i> Система новых визуальных ориентиров городских пешеходных пространств Волгограда	292

СЕКЦИЯ 5. ИНФОРМАЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ТЕХНОЛОГИИ В ТРАНСПОРТНОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ

<i>Алексиков С. В., Бочаров В. О.</i> Проектирование дорожных одежд с учетом структурных разрушений каменного материала основания.....	298
<i>Алексиков С. В., Моловцов Ю. В.</i> Строительство дорожных оснований из укрепленных грунтов	305
<i>Алексиков С. В., Самсонов И. В.</i> Применение модификатора «Руббермастик» в дорожном строительстве Волгоградской области.....	309
<i>Алексиков С. В., Трегубова М. И., Ширяшкина Д. Р., Трегубов А. П.</i> Оценка зависимости прочности дорожных одежд от показателя ровности IRI	315
<i>Балакин В. В., Топчиева Д. С.</i> Формирование средозащитных полос зеленых насаждений на объектах транспортной инфраструктуры.....	320
<i>Барлит О. Б., Артемова С. Г.</i> Преимущества термопластика перед другими материалами для нанесения дорожной разметки	331

<i>Близниченко С. С., Судки О.</i>	
Дорожные условия и безопасность движения в Сирии.....	333
<i>Карпушко М. О., Васильев В. Г.</i>	
К вопросу о содержании и ремонте аэродромов совместного базирования	342
<i>Кузнецов В. Н.</i>	
Режимы движения транспортных средств в пределах населенных пунктов сельского типа.....	352
<i>Лескина Л. М.</i>	
Общие вопросы размещения автоматических пунктов весогабаритного контроля транспортных средств на автомобильных дорогах	355
<i>Матвиенко О. В., Фирсанова Н. С.</i>	
Исследование установившегося течения предельно дилатантной сгущающейся при сдвиге жидкости в цилиндрической трубе.....	359
<i>Медведева В. В., Артемова С. Г.</i>	
Влияние длины перегона на пропускную способность городских магистралей.....	371
<i>Черткоева Е. А.</i>	
Анализ практических рекомендаций по обеспечению сохранности дорожного фонда (на примере Волгоградской области).....	374
<i>Чопко А. Г., Артемова С. Г.</i>	
Водоотвод как основа сохранности автомобильной дороги	382
<i>Шакир Ясир Ахмед, Алексиков С. В.</i>	
Анализ аварийности движения на дорогах республики Ирак	386
<i>Шугайкина Л. А., Исланова В. С.</i>	
Использование влажных органоминеральных смесей с добавлением асфальтоганулята при устройстве дорожных одежд	390

СЕКЦИЯ 6. ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СТРОИТЕЛЬСТВО

<i>Гаспарян А. С.</i>	
Степная зона Волгоградской области как неучтенный источник загрязнения городской воздушной среды мелкодисперсными частицами.....	394
<i>Дикарев Г. А.</i>	
Перспективы применения зеленых стандартов в жилищном строительстве.....	400
<i>Иванова А. В., Власова О. С.</i>	
Анализ причин возникновения аварий на предприятиях по хранению и переработке зерна	403
<i>Иванова А. В., Власова О. С.</i>	
Факторы и условия возникновения пылевого взрыва	408
<i>Калюжина Е. А., Стреляева А. Б., Кожникова В. А., Ларин К. В.</i>	
Экологический мониторинг состояния и загрязнения городской среды мелкодисперсной пылью	411
<i>Капля В. Н.</i>	
Биодиагностика почв, загрязненных поллютантами органического и неорганического строения, для их эксплуатации при строительстве объектов	418
<i>Коростелева М. В., Коростелева Н. В.</i>	
Муниципальный экологический контроль в сфере благоустройства городской территории: возможности осуществления	423
<i>Кошкарев С. А., Кошкарев К. С.</i>	
К повышению экологической безопасности при использовании в системах обеспыливания стройиндустрии аппаратов с псевдооживленным слоем	427

<i>Кривчиков Н. М., Медведева Я. Е., Кленин И. С.</i> Оценка дисперсного состава пыли во время монтажных работ на объектах жилищного строительства	430
<i>Лясин Р. А., Багров В. А.</i> Концентрационное распределение мелкодисперсных частиц в воздухе общественных зданий.....	433
<i>Магарамова С. А., Сихвардт Д. А., Петрунина А. И.</i> Проблемы и перспективы развития экологического строительства	439
<i>Поляков В. Г., Яценко С. О., Соболева Е. Д.</i> Экологическое домостроение: инновационные технологии многоэтажного строительства	442
<i>Поплевин А. С.</i> Анализ несанкционированных свалок на территории Волгоградской области	444
<i>Сергина Н. М., Азарова М. Д., Сущенко Р. В., Брызгина Е. О.</i> О влиянии мелкодисперсной пыли на здоровье человека и качество окружающей среды	448
<i>Сергина Н. М., Лабуткина С. Д.</i> Система для защиты воздушной среды от пылевого загрязнения	456
<i>Старцева Ю. В., Чернущенко А. А.</i> Аппараты очистки воздуха на производствах строительной индустрии	464
<i>Шапошников Е. В.</i> Генерация тепловой энергии в городской среде петротермальной станцией без выброса углекислого газа.....	470

СЕКЦИЯ 7. МОЛОДЫЕ УЧЕНЫЕ — СТРОИТЕЛЬНОМУ КОМПЛЕКСУ

<i>Артемов К. А., Чекмазова А. Е., Сергеев В. В., Курамышин Р. Х.</i> Особенности оценки технического состояния ненесущих строительных конструкций	474
<i>Астахова Т. В., Калачева А. Ю., Щемелев А. В., Гурова Е. В.</i> Обеспечение антитеррористической защищенности объектов культурного наследия ...	478
<i>Балаева Е. В., Левшин Г. И., Полякова Е. А., Курамышин Р. Х.</i> Выбор рационального варианта усиление плит перекрытия многоэтажного жилого дома.....	482
<i>Вахания Т. М., Машакарян А. С., Сергеев В. В., Гурова Е. В.</i> Исследование особенностей оценки технического состояния многоквартирных жилых домов	485
<i>Гайворонская Д. В., Захаров Я. С., Чеснокова О. Г.</i> Вертикальное озеленение фасадов высотных зданий в России	488
<i>Гайворонская Д. В., Захаров Я. С., Чеснокова О. Г.</i> Разработка динамического фасада уникального здания с использованием LED-медианелей	494
<i>Глушихин М. В., Долгов М. Д., Жигульский С. А., Карпушко Е. Н.</i> Принципы формирования программ энергосбережения гражданских зданий.....	500
<i>Гурова Е. В., Полякова Е. А., Астахова Т. В., Левшин Г. И.</i> Особенности численного моделирования эксплуатируемого объекта.....	504
<i>Долгов М. Д., Глушихин М. В., Похилько А. А., Жигульский С. А.</i> Процедурные особенности реализации программы энергосбережения.....	508
<i>Карпушко Е. Н., Кушнарёва А. А., Петрова А. А., Вахания Т. М.</i> Исследование особенностей реализации проекта благоустройства территории многоквартирного дома.....	512

<i>Карпушко Е. Н., Петрова А. А., Кушнарёва А. А., Вахания Т. М.</i> Влияние развития транспортной инфраструктуры на рынок жилой недвижимости в Волгограде	519
<i>Кравченко Д. Н., Марченко С. В., Чебанова С. А.</i> Перспективы информационно-технологического обеспечения проектирования в строительстве.....	528
<i>Левшин Г. И., Полякова Е. А., Астахова Т. В., Гурова Е. В.</i> Обоснование рационального выбора типа фундаментов при реконструкции объекта	535
<i>Машакарян А. С., Петрова А. А., Кушнарёва А. А., Карпушко Е. Н.</i> Анализ особенностей установления объективной стоимости объекта недвижимости сравнительным подходом.....	539
<i>Полонский Д. В., Растяпина О. А.</i> Анализ архитектурных и планировочных приемов формирования школьного здания....	541
<i>Похилько А. А., Левшин Г. И., Полякова Е. А., Курамышин Р. Х.</i> Особенности увеличения этажности объекта, незавершенного строительством.....	545
<i>Прокопчук А. В., Антонова Н. Н., Олейников П. П.</i> Эволюционный анализ композиционно-изобразительных приемов мемориальных досок.....	548
<i>Рисунов А. Р., Воробьева А. Д., Бурлаченко О. В., Туманов С. Л.</i> Разработка методов и организационно-технологических решений для строительства вентиляционных труб комплексов атомных станций с целью минимизации сроков строительства.....	561
<i>Сакрюкин А. Е., Калачева А. Ю.</i> Ревитализация территории городского парка в г. Камышине	565
<i>Саранова Д. В., Сергеев В. В., Глушихин М. В., Курамышин Р. Х.</i> Особенности определения физического износа объектов капитального строительства различного функционального назначения.....	569
<i>Сергеев В. В., Артемов К. А., Саранова Д. В., Карпушко Е. Н.</i> Анализ нормативных документов в сфере оценки технического состояния объектов строительства	573
<i>Хатамов А. О., Растяпина О. А.</i> Определение принципов функционального зонирования территорий детских оздоровительных лагерей	576
<i>Чеснокова В. Д., Журбенко М. Д., Чеснокова О. Г.</i> Динамическое моделирование тепло- и влагопереноса в программе WUFI-ORNL/IBP	580
<i>Чеснокова В. Д., Журбенко М. Д., Чеснокова О. Г.</i> Модернизация городского кладбища, как единицы в структуре городских общественных пространств.....	585
<i>Шевчук И. В., Антонова Н. Н., Олейников П. П.</i> Актуализация вопроса создания музейного пространства в структуре высших учебных заведений (на примере ИАиС ВолгГТУ).....	589
<i>Щемелев А. В., Астахова Т. В., Гнатковская Ю. А., Гурова Е. В.</i> Особенности проведения авторского надзора на объектах культурного наследия	596

СЕКЦИЯ 1. ОСНОВАНИЯ И ФУНДАМЕНТЫ, СТРОИТЕЛЬНЫЕ КОНСТРУКЦИИ, ЗДАНИЯ И СООРУЖЕНИЯ

УДК 69.058.2, 531.781.2

Ю. Ю. Арушонок

*Волгоградский государственный технический университет,
Волгоград, Российская Федерация*

ЭЛЕКТРОТЕНЗОМЕТРИЯ ПРИ ИСПЫТАНИЯХ КОНСТРУКЦИЙ СТАТИЧЕСКОЙ НАГРУЗКОЙ

В статье описаны лабораторные испытания тензорезисторов и тензорезисторных упругих элементов арочного типа для измерения деформаций и прогибов строительных конструкций с помощью аналого-цифрового преобразователя Zet 210.

Ключевые слова: аналого-цифровой преобразователь, ZetLab, испытания строительных конструкций, тензорезистор, упругий элемент, преобразователь механической величины.

Введение

В данной работе изложены основные результаты исследований в области практического применения цифровых технологий на базе аналого-цифрового преобразователя Zet 210 и компьютера для выполнения измерений в процессе испытаний различных строительных конструкций и их элементов, предыдущие этапы которых описаны в статьях [1, 2].

В частности, описанная в статье [1] информационно-измерительная система (ИИС) на базе 16-разрядного аналого-цифрового преобразователя (АЦП) типа Zet 210 и четырех предварительных усилителей Zet 412, изготовленных компанией ZETLAB, в сочетании с тензорезисторными датчиками использовалась для измерения относительных деформаций и перемещений при статических испытаниях стального образца и металлической балки.

Средства электротензометрических измерений

В рамках настоящего исследования для задания образцовых величин деформаций (перемещений) использовался универсальный калибровочный прибор системы Аистова (УКПА-5) с ценой деления 0,1 мкм.

Контроль значений нагрузки осуществлялся по образцовому динамометру сжатия системы Н. Г. Токаря (ДОС-3) и по промышленно изготовленному тензометрическому датчику силы с S-образным упругим элементом.

Величина нагрузки, прикладываемой к стальной балке, контролировалась с помощью набора образцовых грузов в виде стальных дисков известной массой.

В настоящей работе для измерения деформаций применялись параллельно два типа первичных преобразователей механических величин: фольговые тензорезисторы типа BF 350-5AA(11)N6-X, наклеенные на испытываемые

образец и балку, и преобразователи перемещений (деформаций) с упругими чувствительными элементами арочного типа с измерительной базой (расстояние между опорами) $l = 35,2$ мм.

Линейные деформации материала стального образца при его испытаниях на осевое растяжение измерялись механическим рычажным тензометром типа ТР с ценой деления 1 мкм и измерительным диапазоном 50 мкм.

Величины перемещений (прогибов) стальной балки под нагрузкой контролировались по показаниям индикатора часового типа с ценой деления 0,01 мм и измерительным диапазоном 10 мм.

Перед применением в испытаниях рычажный тензометр ТР и индикатор часового типа были протарированы на приборе УКПА-5 по стандартной методике с определением поправочных коэффициентов для корректировки показаний каждого прибора.

Также была выполнена тарировка использованного заводского силоизмерителя тензорезисторного типа с S-образным упругим элементом SH3-C3-1,5t-3B-M02, подключаемого к АЦП Zet 210 через предварительный усилитель Zet 412. Датчик подвергался 4 циклам ступенчатого нагружения от 0 до 1500 кгс с последующей разгрузкой до 0 кгс с шагом $\Delta P = 150$ кгс. На каждом этапе изменения нагрузки ΔP фиксировалось изменение напряжений на выходе датчика силы ΔU (мВ). Контроль приложенной к датчику нагрузки осуществлялся по образцовому динамометру сжатия ДОС-3.

По результатам данных испытаний была определена средняя величина чувствительности тензорезисторного датчика силы (рабочий коэффициент передачи) $S_{\pi} = 1,993$ мВ/В при коэффициенте вариации $V = 0,025$ %, которая практически соответствует паспортному значению этого параметра датчика (2,0 мВ/В), что позволяет использовать его в испытаниях образца на растяжение для контроля нагрузки на компьютере параллельно с ДОС-3.

Результаты экспериментальных исследований

Для наклейки непосредственно на объект испытаний, а также на изготовленные упругие элементы арочного типа использовались фольговые тензорезисторы BF 350-5AA(11)N6-X из одной партии с идентичными характеристиками. В этой связи задачей *первого этапа* экспериментальных исследований было выполнение тарировки тензорезисторов указанной марки с определением их коэффициента относительной тензочувствительности K_T .

С этой целью, а также для построения градуировочных зависимостей определяемых характеристик тензорезисторного моста ТР1 и моста ГА из тензорезисторов, наклеенных на чувствительные упругие элементы арочного типа, из стальной прокатной полосы сечением 20×4 мм был изготовлен специальный образец в форме «восьмерки» (рис. 1).

На рабочем участке образца «восьмерка» в продольном направлении на противоположных сторонах зеркально друг к другу приклеены два активных тензорезистора моста ТР1 (см. рис. 1). Другие два компенсационных тензорезистора этого моста приклеены к металлической пластине, свободно закрепленной на образце, но не воспринимающей деформацию от нагрузки.

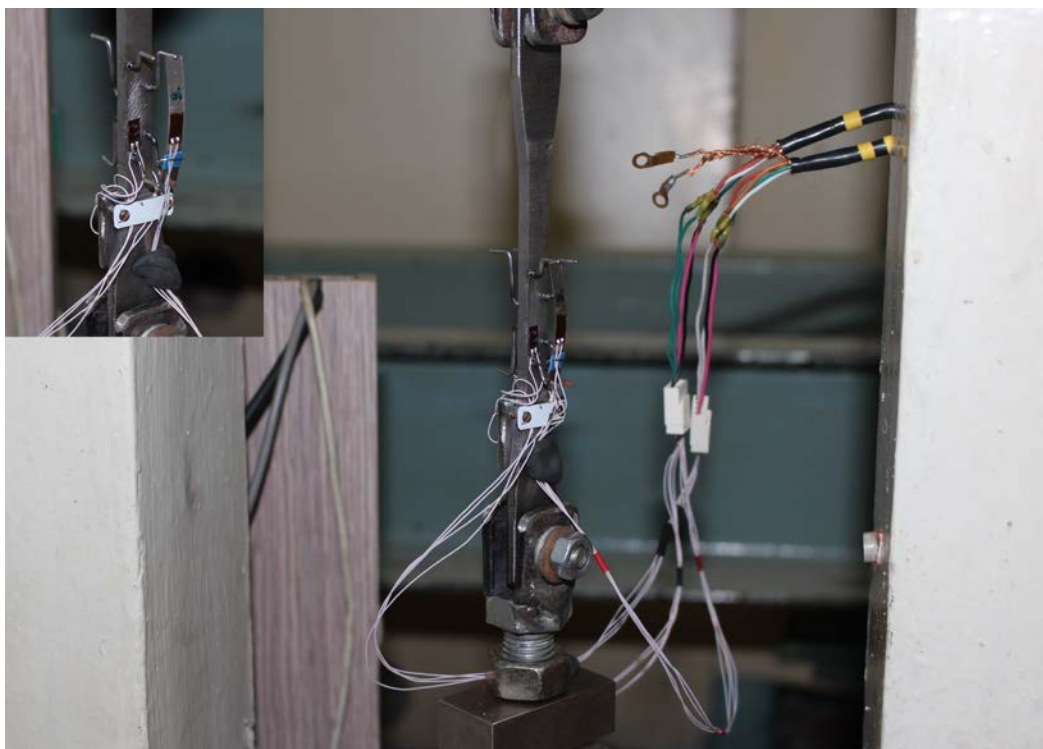


Рис. 1. Образец «восьмерка»
с прикрепленными активными элементами тензомостов TR1 и ТА

Также на рабочем участке образца с помощью арретира закреплялся рычажный тензометр TR. Далее к образцу ступенчато прикладывалась нагрузка от 0 до 600 кгс и затем разгрузка до 0 с шагом $\Delta P = 150$ кгс или $\Delta P = 200$ кгс. На каждом этапе изменения нагрузки фиксировались показания механического тензометра TR и величины сигнала на выходе тензорезисторного моста TR1, по которым вычислялись соответственно приращение относительной деформации образца по показаниям тензометра $\Delta \epsilon_{tr}$ и изменение сигнала тензомоста TR1 ΔU , обусловленные изменением нагрузки ΔP .

Теоретическое (ожидаемое) приращение относительной деформации $\Delta \epsilon$ при растяжении образца на этапе нагрузки ΔP вычислялось исходя из закона Гука.

Так, при изменениях нагрузки на этапах нагружения образца $\Delta P = 150$ кгс величины средней измеренной и ожидаемой относительных деформаций были равны $\Delta \epsilon_{tr} = 20,798 \cdot 10^{-5}$ и $\Delta \epsilon = 20,978 \cdot 10^{-5}$ соответственно, при этом погрешность измерений составляла 0,86 %.

Вычисление коэффициента относительной чувствительности тензорезисторов K_T , подключенных по мостовой схеме с двумя активными тензорезисторами, выполнялось по формуле

$$K_T = \frac{\Delta U}{U_{\text{п}} \cdot \Delta \epsilon \cdot K_y}, \quad (1)$$

где $U_{\text{п}}$ — напряжение питания тензомоста, В; K_y — коэффициент усиления канала усилителя Zet 412, к которому подключен тензомост ($K_y = 1000$).

В результате обработки показаний тензомоста TP1 в процессе испытаний на растяжение образца «восьмерка» по формуле (1) получено среднее значение коэффициента относительной тензочувствительности для тензорезисторов из закупленной партии $K_T = 2,073$ с коэффициентом вариации $V = 0,417\%$. Измеренная величина K_T близка к указанной в документации (2,0).

Градуировочные зависимости для тензомоста TP1 по результатам испытаний образца «восьмерка» на растяжение представлены на рис. 2.

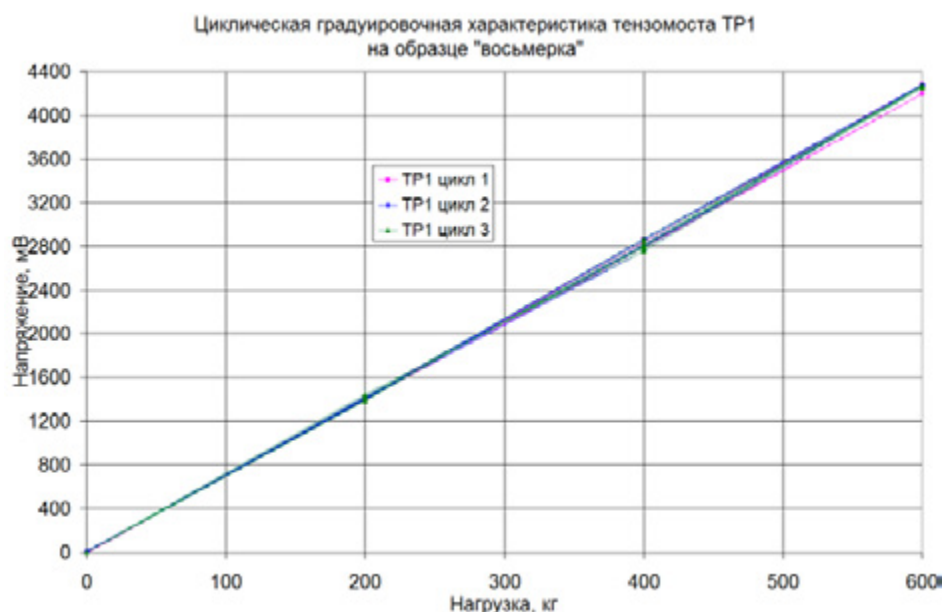


Рис. 2. Результаты циклических испытаний тензорезисторного моста TP1 на образце «восьмерка»

Расчет относительной деформации в материале образца $\Delta\varepsilon_m$ по показаниям тензорезисторного моста TP1 ΔU может производиться по формуле

$$\Delta\varepsilon_m = \frac{2\Delta U}{K_T \cdot U_{\Pi} \cdot K_y} \quad (2)$$

На *втором этапе* экспериментальных исследований с целью получения градуировочных зависимостей и коэффициентов преобразования были проведены калибровочные испытания тензомоста ТА из двух арочных упругих элементов на универсальном калибровочном приборе УКПА-5 по программе, включающей три этапа.

На первом этапе деформация к упругому элементу прикладывалась ступенчато от 0 до максимального значения $d = 100$ мкм и обратно до 0 с шагом $\Delta d = 5$ мкм и средней скоростью деформирования $\approx 0,23$ мкм/с.

На втором этапе деформация величиной d прикладывалась равномерно с постоянной скоростью $\approx 4,45$ мкм/с.

На третьем этапе деформация величиной d прикладывалась ступенчато с шагом $\Delta d = 20$ мкм четырьмя последовательно повторяющимися циклами.

В качестве примера результатов таких испытаний для рабочего упругого элемента № 9 тензомоста ТА на рис. 3 показаны статические градуировочные характеристики.

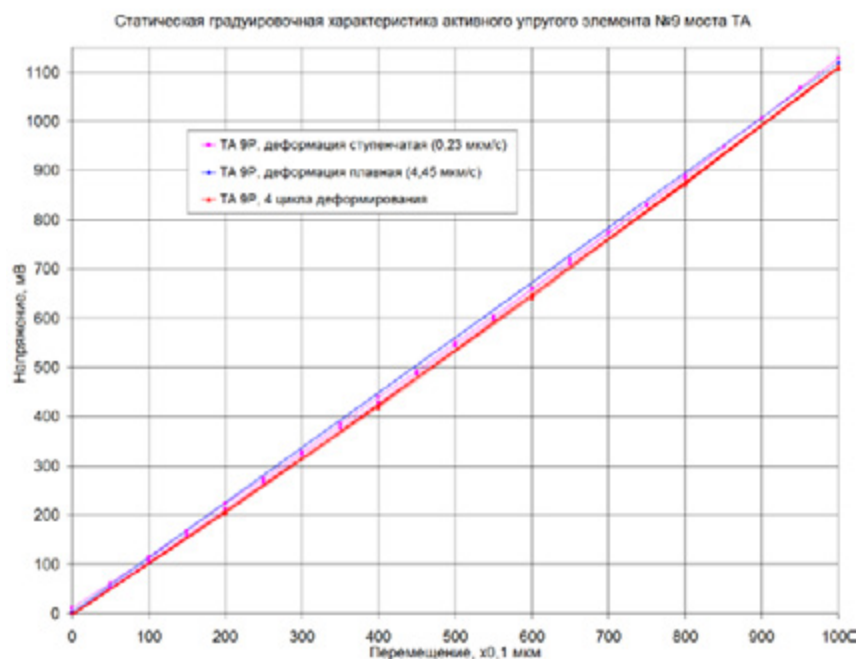


Рис. 3. Результаты испытаний активного упругого элемента моста ТА при различных режимах деформирования на калибровочном приборе УКПА-5

Из представленных на рис. 3 данных видно, что градуировочные зависимости элемента на всех ступенях и во всех режимах приложения деформаций практически линейны, что делает возможным использование единого значения коэффициента преобразования для всего рабочего диапазона деформации d . Учитывая, что преобразователь будет использоваться в дальнейшем для измерения относительных деформаций, коэффициент преобразования определялся по формуле

$$K_{п,ε} = \frac{n \Delta\varepsilon_T}{\Delta\varepsilon_n}, \quad (3)$$

где n — число активных плеч в тензометрическом мосте ($n = 2$); $\Delta\varepsilon_T$ — деформация, воспринимаемая тензорезисторами, наклеенными на упругий элемент, численно равная величине $\Delta\varepsilon_M$ по формуле (2), т. е. $\Delta\varepsilon_T = 2\Delta U / (K_T \cdot U_{п} \cdot K_y)$; $\Delta\varepsilon_n$ — измеряемая относительная деформация в данном случае равная $\Delta\varepsilon_n = \Delta d / l$, где Δd — приращение деформации (перемещения между опорами упругого элемента) на этапе деформирования, $l = 35,2$ мм — база активного упругого элемента.

Максимальная относительная деформация в испытаниях на приборе УКПА-5 достигала величины $2,84 \cdot 10^{-3}$.

Среднее значение коэффициента преобразования моста ТА составило $K_{п,ε} = 0,154$ с коэффициентом вариации $V = 0,75$ %.

Задачей *третьего этапа* экспериментов было исследование работы упругих элементов арочного типа при различных расстояниях между их опорами в условиях равномерного деформирования материала образца при осевом растяжении. Для решения этой задачи на рабочем участке с двух сторон образца «восьмерка» с помощью точечной контактной сварки были приварены стальные опорные стержни из проволоки $\varnothing 1,6$ мм. Стержни были изогнуты и размещены так, что расстояния между точками приварки парных опор составили $l_{оп1} = 35,06$ мм, $l_{оп2} = 25,01$ мм, $l_{оп3} = 12,11$ мм и $l_{оп4} = 4,91$ мм. При этом базы активного арочного упругого элемента равнялись $l_1 = 35,34$ мм, $l_2 = 35,18$ мм, $l_3 = 35,28$ мм и $l_4 = 35,17$ мм, т. е. были близки к оптимальному значению $l = 35,2$ мм.

Активный упругий элемент арочного тензомоста ТА закреплялся между соответствующими опорами последовательно в 1-й, 2-й, 3-й и 4-й позиции. Образец «восьмерка» нагружался 4 циклами ступенчатой нагрузки по схеме 0—600 кгс—0 с шагом $\Delta P = 200$ кгс, а также 5 циклами одноступенчатой нагрузки по схеме 0—500 кгс—0. При этом параллельно фиксировались величины сигналов с арочного ТА и с тензорезисторного ТР1 мостов.

В процессе обработки результатов измерений, наряду с коэффициентом тензочувствительности моста ТР1 по формуле (1), вычислялся коэффициент преобразования моста ТА с арочными упругими элементами при работе на растяжение по формуле

$$K_{п,ер} = \frac{2\Delta\varepsilon_t \cdot l \cdot l_i}{\Delta\varepsilon_p l_{оп,i}^2}, \quad (4)$$

где $\Delta\varepsilon_p$ — изменение относительной деформации растяжения в образце по закону Гука на этапах нагружения ΔP ; l_i и $l_{оп,i}$ — базы упругого арочного элемента и измерения деформаций образца в i -й позиции соответственно.

Анализ полученных экспериментальных данных показал, что чувствительность упругого арочного элемента моста ТА с уменьшением базы измерения деформаций образца от $l_{оп1} = 35,06$ мм до $l_{оп2} = 25,01$ мм снижался примерно пропорционально, а коэффициент преобразования по формуле (4) оставался стабильным со средним значением $K_{п,ер} = 0,021554$ при $V = 1,28$ %. Переход к $l_{оп3} = 12,11$ мм вызывает существенное изменение величины коэффициента преобразования по формуле (4). При $l_{оп4} = 4,91$ мм наблюдалось резкое падение чувствительности и возрастание погрешности измерений.

Таким образом, тензорезисторные преобразователи перемещений (деформаций) с упругими элементами арочного типа можно применять при уменьшенной базе измерения деформаций $l_{оп}$, но не более чем в 2 раза по сравнению с оптимальной базой арочного элемента $l = 35,2$ мм, т. е. до $l_{оп} \approx 20$ мм. Использование их при меньших базах нецелесообразно из-за сильного снижения чувствительности и возрастания погрешности измерений.

Величины сигналов от моста ТР1, состоящего из тензорезисторов, наклеенных непосредственно на испытываемый образец «восьмерка», так же как и

величина коэффициента относительной тензочувствительности K_T по формуле (1), во всем диапазоне прикладываемых относительных деформаций оставались стабильными.

На **четвертом этапе** исследовалась работа тензорезисторных преобразователей деформаций на стальной балке в режиме статического нагружения.

Испытания однопролетной шарнирно опертой балки (рис. 4) проводились на специальном стенде (рис. 5). Балка пролетом $L = 3434$ мм выполнена из прокатного швеллера 12П по ГОСТ 8240—72. В середине пролета на балке установлен универсальный электродвигатель типа УЛ-062 мощностью 180 Вт.



Рис. 4. Расчетная схема балки



Рис. 5. Стенд для статических и динамических испытаний стальной прокатной балки с индикатором часового типа и элементами тензомостов ТА и ТР2

Для обеспечения возможности изменения величины сосредоточенной нагрузки на балку ΔP в середине пролета предусмотрен подвесной винт с зажимной гайкой.

Изменение величины сосредоточенной нагрузки в середине пролета балки осуществлялось путем закрепления на подвесном винте нужного количества съемных стальных дисков известной массы (см. рис. 5).

В процессе статических испытаний дополнительная масса в сечении 1 балки (см. рис. 4) варьировалась ступенчато с шагом $\Delta P = 4$ кгс от 0 до 16 кгс и обратно до 0. Проведено два таких испытания по 4 цикла «нагружение — разгрузка» в каждом. Кроме того, балка подвергалась статическому циклическому нагружению (4 цикла) по схеме от 0 до 6 кгс и обратно до 0 при $\Delta P = 6$ кгс.

Для выполнения измерений деформации с помощью арочного тензомоста ТА, на предварительно зачищенном участке балки были приварены опоры из стальной проволоки $\varnothing 1,6$ мм на расстоянии 35,2 мм друг от друга вдоль балки. Дополнительно на том же участке вдоль балки приклеены два активных тензорезистора моста ТР2 марки ВР 350-5АА(11)N6-Х (см. рис. 5). Еще два компенсационных тензорезистора той же марки были приклеены к отдельной стальной пластине, закрепленной на балке рядом с активными тензорезисторами.

Активный упругий элемент арочного тензомоста ТА и активные тензорезисторы моста ТР2 были закреплены сверху в сечении 2 на расстоянии 107 мм от середины пролета балки (см. рис. 4), поскольку разместить их в сечении 1 не представлялось возможным из-за наличия электродвигателя, что учитывалось при обработке результатов измерений.

При статических испытаниях фактический прогиб балки определялся с помощью индикатора часового типа (см. рис. 5). В первом испытании (3 цикла) индикатор фиксировал величину прогиба балки в сечении 2, в остальных испытаниях — в середине пролета (сечение 1). Параллельно фиксировались величины сигналов разбаланса мостов ТА и ТР2.

Вычисления относительной деформации в материале балки производились по формуле

$$\Delta \varepsilon_{mi} = \frac{\Delta M_i z_0}{J_y E}, \quad (5)$$

где ΔM_i — изгибающий момент от изменения нагрузки на величину ΔP в i -м сечении балки (1 или 2); J_y — момент инерции сечения балки относительно горизонтальной оси y ($J_y = 34,9 \text{ см}^4$); z_0 — расстояние от рассматриваемой верхней кромки сечения до его центра тяжести (нейтральной оси), $z_0 = 1,66$ см; E — модуль упругости стали, $E = 2,05 \cdot 10^6 \text{ кгс/см}^2$.

Величина теоретических прогибов однопролетной шарнирно опертой балки с сосредоточенным грузом ΔP в середине пролета в сечениях 1 и 2 вычисляется по формуле

$$\Delta f_{1,2} = \frac{\Delta P L^3}{K_{1,2} \cdot E \cdot J_y},$$

где $K_{1,2}$ — коэффициент, зависящий от местоположения рассматриваемого сечения и равный по справочным данным [5] для сечения 1 $K_1 = 48$, для сечения 2 $K_2 = 48,30335$.

Соотношение прогибов балки в сечениях 1 и 2 не зависит от величины ΔP и равно

$$n_f = \frac{\Delta f_1}{\Delta f_2} = \frac{K_2}{K_1}.$$

Для реализованных в процессе статических испытаний балки этапов нагружения ΔP по вышеуказанным формулам были вычислены теоретические (ожидаемые) величины деформаций в материале балки и прогибов в сечениях 1 и 2. В частности, величины относительных деформаций в сечении 2 составили при $\Delta P = 4$ кгс $\Delta \varepsilon_{м2} = 7,4711 \cdot 10^{-6}$ и при $\Delta P = 6$ кгс $\Delta \varepsilon_{м2} = 11,20665 \cdot 10^{-6}$. Величина прогибов балки в сечениях 1 и 2 равна: при $\Delta P = 4$ кгс $\Delta f_1 = 0,4717$ мм и $\Delta f_2 = 0,46874$ мм; при $\Delta P = 6$ кгс $\Delta f_1 = 0,70755$ мм и $\Delta f_2 = 0,70311$ мм. Максимальный измеренный индикатором часового типа прогиб балки равен $f_1 \approx 1,7$ мм.

Фактические значения прогибов балки в тех же сечениях контролировались с помощью индикатора часового типа, а величина деформации в сечении 2 оценивалась по показаниям тензомоста ТР2 ΔU по формуле

$$\Delta \varepsilon_2 = \frac{2\Delta U}{K_T \cdot U_n \cdot K_y}. \quad (6)$$

Здесь и далее коэффициент относительной чувствительности тензорезисторов K_T принимался по результатам испытаний образца «восьмерка».

Измеренные величины деформаций равны: при $\Delta P = 4$ кгс $\Delta \varepsilon_2 = 6,6562 \cdot 10^{-6}$ ($7,4711 \cdot 10^{-6}$) с коэффициентом вариации $V = 0,37$ %, при $\Delta P = 6$ кгс $\Delta \varepsilon_2 = 9,9721 \cdot 10^{-6}$ ($11,2067 \cdot 10^{-6}$) с коэффициентом $V = 0,9$ %. Они меньше рассчитанных по формуле (6) теоретических значений (указаны в скобках) на ≈ 11 %.

Максимальный измеренный размах деформаций в сечении 2 в диапазоне приложенных нагрузок ΔP от 0 до 16 кгс составил $2,66 \cdot 10^{-5}$.

Коэффициент преобразования моста ТР2 величины прогиба балки в середине пролета Δf_1 на этапах статического нагружения ΔP вычислялся по формуле

$$K_{\text{тр}2, \Delta f} = \frac{2\Delta \varepsilon_T n_f}{\Delta f_1} \quad (1/\text{мм}), \quad (7)$$

где Δf_1 — величина прогиба балки в сечении 1, измеренная в процессе испытаний с помощью индикатора часового типа; величина $\Delta \varepsilon_T$ в данном случае численно равна $\Delta \varepsilon_2$ по формуле (7).

Анализ полученных данных показал, что величина этого коэффициента оставалась стабильной во всем диапазоне приложенных нагрузок при различных режимах нагружения балки. Среднее значение коэффициента преобразования составило $K_{\text{тр}2, \Delta f} = 0,02979$ (1/мм) при $V = 5,21$ %.

При обработке показаний тензомоста ТА с упругими элементами арочно-го типа величина деформаций в сечении 2 вычислялась по формуле

$$\Delta\varepsilon_{п2} = \frac{2\Delta\varepsilon_{т} n_f}{K_{п,\varepsilon}},$$

где $K_{п,\varepsilon}$ — коэффициент преобразования относительной деформации, определенный по результатам испытаний моста ТА на калибровочном приборе УКПА-5 по формуле (3).

Измеренные с помощью этого тензомоста средние значения деформаций $\Delta\varepsilon_{п2} = 8,8073 \cdot 10^{-6}$ при $\Delta P = 4$ кгс и $\Delta\varepsilon_{п2} = 14,0068 \cdot 10^{-6}$ при $\Delta P = 6$ кгс оказались существенно больше теоретических значений на 18 % и ≈ 25 % соответственно.

Коэффициент преобразования моста ТА величины прогиба балки в середине пролета вычислялся по формуле аналогичной зависимости (7):

$$K_{п,\Delta f} = \frac{2\Delta\varepsilon_{т} n_f}{\Delta f_1} \text{ (1/мм)}. \quad (8)$$

Величины этого коэффициента также были стабильными во всех реализованных испытаниях балки, а их среднее значение равно $K_{п,\Delta f} = 0,00308$ (1/мм) при $V = 4,09$ %.

На рисунке 6 представлены графики изменения прогиба балки в зависимости от приложенной нагрузки, построенные по показаниям индикатора часового типа, а также тензомостов ТР2 и ТА в процессе статических испытаний с применением вычисленных по формулам (7) и (8) коэффициентов преобразования. Указанные графики линейны во всем диапазоне приложенных к балке нагрузок.

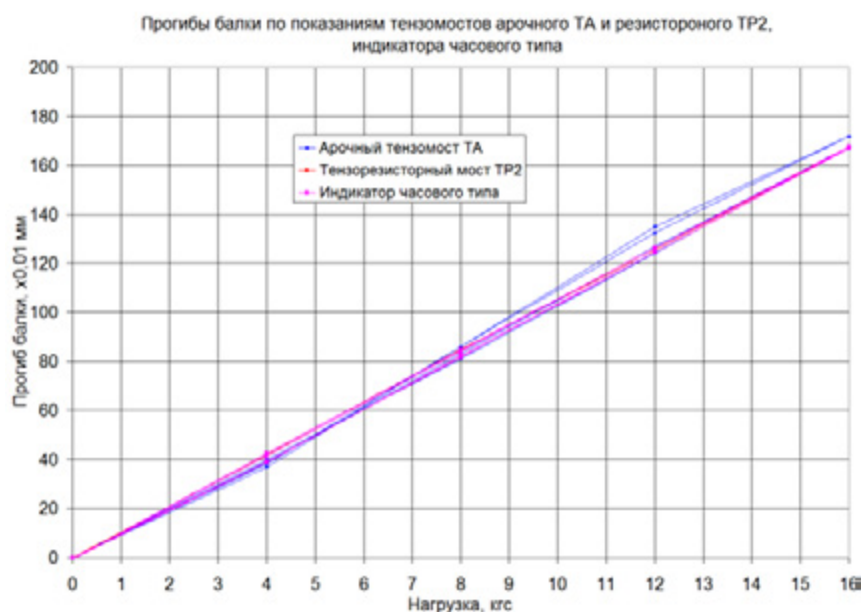


Рис. 6. Графики изменения прогиба в середине пролета балки в зависимости от нагрузки по показаниям измерительных приборов

Заклучение

1. При испытаниях образца «восьмерка» на осевое растяжение экспериментально подтверждено соответствие метрологических характеристик использованных фольговых тензорезисторов марки BF 350-5AA(11)N6-X и тензорезисторного силоизмерителя с S-образным упругим чувствительным элементом SH3-C3-1,5t-3B-M02 их паспортным данным.

Во всем диапазоне реализованных величин относительной деформации материала образца ($8,3911 \cdot 10^{-6}$) градуировочная характеристика тензорезисторного моста TP1 оставалась линейной.

2. Испытания моста TA из тензорезисторов, наклеенных на упругие элементы арочного типа, на калибровочном приборе УКПА-5 подтвердили линейный вид его градуировочной зависимости в диапазоне перемещений до 0,1 мм или относительных деформаций до $2,841 \cdot 10^{-3}$. Среднее значение коэффициента преобразования моста TA составило $K_{п,ε} = 0,154$.

3. Исследования работы тензомоста TA на образце «восьмерка» при различных базах измерения показали, что величина его коэффициента преобразования была стабильной при базах измерения $l_{оп1} = 35,06$ мм и $l_{оп2} = 25,01$ мм со средним значением $K_{п,εр} = 0,021554$. Таким образом, чувствительность моста TA примерно в 10 раз ниже чувствительности тензорезисторного моста TP1.

Дальнейшее уменьшение базы измерений приводит к дополнительному заметному падению чувствительности и делает измерения относительной деформации при базах менее $l_{оп} \approx 20$ мм нецелесообразными.

4. В результате исследований работы мостов с арочными упругими элементами TA и тензорезисторного TP2 в процессе статических испытаний стальной балки установлено, что их градуировочные зависимости остаются линейными в диапазоне относительных деформаций материала конструкции до $2,66 \cdot 10^{-5}$ и соответствующих им прогибов балки в середине пролета до $\approx 1,7$ мм.

Средние значения коэффициентов преобразования величины прогиба балки составили для мостов TA и TP2 $K_{п,Δf} = 0,00308$ (1/мм) и $K_{птр2,Δf} = 0,02979$ (1/мм) соответственно.

5. Полученные в процессе исследований значения коэффициентов преобразования тензорезисторных преобразователей механических величин, в том числе с упругими элементами арочного типа, могут применяться для измерений относительных деформаций в растянутых и изгибаемых элементах строительных конструкций, а также прогибов в балках при статических испытаниях. Возможность применения этих преобразователей для измерений при динамических испытаниях конструкций может быть предметом дальнейших исследований.

Библиографический список

1. *Арушонок Ю. Ю.* Применение электротензометрии и цифровых технологий при испытании конструкций // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Сер.: Строительство и архитектура. 2021. Вып. 1(82). С. 333—346.
2. *Арушонок Ю. Ю.* Определение параметров работы строительных конструкций под нагрузкой в процессе их испытаний // Металлические конструкции. 2019. Т. 25. № 2. С. 53—64.
3. *Дайчик М. Л., Пригоровский Н. И., Хуришудов Г. Х.* Тензометрия в машиностроении. М. : Машиностроение, 1989. 240 с.
4. *Касаткин Б. С., Кудрин А. Б., Лобанов Л. М.* Экспериментальные методы исследования деформаций и напряжений. Киев : Наукова думка, 1981. 583 с.
5. *Фесик С. П.* Справочник по сопротивлению материалов. Киев : Будівельник, 1970. 308 с.

Е. Я. Балашова, Л. Ю. Рыбакова

*Самарский государственный технический университет,
г. Самара, Российская Федерация*

ПРОБЛЕМЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ СЕЙСМОСТОЙКИХ ЗДАНИЙ

В данной статье рассмотрены актуальные проблемы сейсмостойкого строительства и причины их возникновения. Отмечены противоречия и недостатки сейсмической безопасности зданий и сооружений, указаны пути их решения. Большое внимание уделено анализу и совершенствованию норм проектирования, разработке критериев сейсмостойкого строительства.

Ключевые слова: сейсмостойкость зданий, критерии сейсмостойкости, сейсмоизоляция.

Проблема проектирования и строительства зданий и сооружений в сейсмически активных районах по-прежнему остается актуальной. Особое место занимает вопрос обеспечения прочности, устойчивости, жесткости и безопасности зданий и сооружений, подвергаемых такому типу особых нагрузок. Система сейсмобезопасности должна обеспечивать сейсмостойкость существующего фонда зданий, вновь строящихся зданий, находящихся на площадках, сейсмичность которых на последних картах сейсмического районирования повышена на один-два балла, а также давать прогноз поведения зданий и сооружений при землетрясениях различной интенсивности. Но, как показывает практика, здания иногда разрушаются при землетрясениях повышенной интенсивности, несмотря на то, что выполнены по нормам и правилам строительства. Анализ последствий землетрясений последних десятилетий показал, что здания одного типа не обладают достаточной сейсмостойкостью (каркасные здания), а другие (крупнопанельные, монолитные) обладают высокой степенью сейсмостойкости. Риск появления новых очагов землетрясений высокой интенсивности постоянно возрастает, поэтому вопросы сейсмостойкости зданий являются актуальными и насущными. В настоящее время изменяется сама архитектура и технология строительства: возводятся сложные и выразительные по своей структуре и объему здания повышенной этажности, массовые зрелищные сооружения с широким использованием новых видов пространственных покрытий, здания и сооружения стратегического назначения и др., которые требуют повышенной сейсмической безопасности.

При строительстве современных сейсмобезопасных зданий и сооружений возникает множество проблем, из которых можно выделить следующие:

1. Недостаточная точность и надежность сейсмического прогноза. Объясняется сложной природой сейсмической деятельности, которая недостаточно исследована, несмотря на значительные достижения мировой и отечественной сейсмологии [1—8]. Возможны не только землетрясения в пределах

интенсивности, прогнозируемой картами общего сейсмического районирования, но и землетрясения более высокой интенсивности. Это объясняется тем, что сейсмичность является результатом деформации верхней, преимущественно хрупкой части литосферы [9]. Она несет информацию об образовании очага землетрясения как результата движений и деформаций определенного объема литосферы, а также резких подвижек по разрывам в очаговой области. Магнитуда землетрясения при прочих равных условиях пропорциональна скорости деформаций, размерам области накопления напряжений, мощности деформируемого слоя, размерам структур, глубине очага и некоторым другим параметрам. Важно, что потенциальная магнитуда землетрясений пропорциональна интенсивности тектонического процесса в литосфере. Поэтому зафиксированную за историческое время максимальную магнитуду землетрясения в определенном районе можно рассматривать в качестве одной из комплексных физических характеристик геодинамики литосферы как его сейсмический потенциал.

2. Критерии сейсмостойкого строительства. В настоящее время недостаточно глубоко разработаны критерии сейсмостойкого строительства в зависимости от возможных сейсмических воздействий повышенной интенсивности, грунтовых и геологических условий, назначения зданий, необходимой сейсмозащиты, сейсмоизоляции зданий, правовых, юридических норм и др.

В нормах проектирования и оценки сейсмостойкости существующих зданий при разработке рекомендаций по повышению сейсмостойкости поврежденных при землетрясении зданий, при анализе эффективности системы сейсмозащиты должны быть четко сформулированы критерии сейсмостойкости [1—4, 10].

При формулировке понятия «сейсмостойкость зданий и сооружений» необходимо четко указывать те условия и ограничения, при которых достигаются поставленные цели проектирования и строительства, а именно оценка состояния конструкции здания после землетрясения для безопасности людей, дальнейшей эксплуатации и ремонта. Эти цели достигаются только при воздействиях, параметры которых указаны на картах сейсмического районирования и в нормах. В случае, когда воздействия превышают прогнозируемые, цели проектирования сейсмостойких зданий не достигаются. Например, при анализе работы конструкции в упругой стадии деформирования обычно используются силовые критерии в виде наибольших усилий, возникающих в несущих элементах конструкций при сейсмических воздействиях и сравнении их с несущей способностью элемента. В упругопластической стадии деформирования конструкций, при которых происходит перераспределение усилий и изменение прочностных характеристик несущих элементов, силовые критерии заменяются деформационными. Важным при проектировании является учет дополнительной сейсмической опасности при землетрясении высокой интенсивности. Методы расчета на сейсмические воздействия должны учитывать оценку критериев сейсмостойкости конструкции, т. е. в результате расчетов должны быть определены деформационные параметры

для всех несущих элементов и их соединений и сравнение их с предельно допустимыми значениями.

3. Теория сейсмостойкости зданий и сооружений требует дальнейшего совершенствования, разработки новых моделей и расчетных схем зданий, использования современных компьютерных комплексов [1—15]. Например, принятая расчетная модель зданий в виде консольного стержня для всех без исключения конструкций, независимо от их размеров является несовершенной. Анализ последствий разрушительных землетрясений последних десятилетий ставит перед исследователями задачу совершенствования принятых моделей путем введения в расчет новых факторов, влияющих на прочность сооружения. Например, недооценивается роль перекрытий в повышении сейсмостойкости здания, в то время как картина повреждения зданий указывает на важную роль перекрытий.

В динамических расчетах недостаточно понятна модель, как и какая часть сейсмического воздействия передается на здание. Указанные в нормах коэффициенты и формулы для их определения не поддаются проверке и уточнению, поэтому противоречат реальному поведению конструкций при землетрясениях. Одним из важных вопросов является то, как это сейсмическое воздействие распространяется по вертикали здания и эти проблемы вносят неопределенность в результаты расчета при проектировании зданий и сооружений.

В результате динамического расчета сооружения на действие разрушительного землетрясения необходимо установить возможность прогрессирующего разрушения или малоциклового усталости элементов несущих конструкций. Поведение конструкций при нагружении ее за пределом упругости зависит не только от мгновенных значений перемещений и ускорений элементов, но и от всей истории нагружения, а именно от напряженно-деформированного состояния сооружения перед приложением сейсмического воздействия. Все это усложняет прогнозирование поведения конструкции здания и сооружения при разрушительных землетрясениях.

В настоящее время сейсмостойкость зданий и сооружений рассчитывается методом бегущих волн. При этом важно учитывать пространственный нелинейный характер сейсмической реакции сооружения, деформационные и инерционные свойства грунтов основания, накопление повреждений в узлах и элементах сооружения вследствие деструктивной, усталостной, коррозионной, температурно-влажностной деградации материалов.

Спектральный метод расчета сооружений на сейсмический резонанс представляет частный случай метода бегущих волн, применимый в пределах линейно-упругой реакции системы «сооружение — грунт основания». Технология спектрального метода должна быть основана на применении реальных динамических характеристик этой системы и очищена от эмпирических коэффициентов, лишенных физического содержания и потому не поддающихся проверке или уточнению экспериментальным путем. В расчетах высотных (более 15 этажей) сооружений на акселерограммы сейсмических

воздействий необходимо отказаться от гипотезы мгновенного распространения в сооружении волн напряжений и деформаций и учитывать реальные скорости движения изгибных поперечных волн. Расчет особо ответственных зданий и сооружений в общем случае следует производить методом бегущих волн на индивидуальную искусственную сейсмограмму-эталон. При проектировании особо ответственных зданий и сооружений идентификации подлежит индивидуальная расчетная модель каждого объекта. В качестве основного средства достижения поставленной цели проектирования рекомендуются специальные конструктивные мероприятия, направленные на снижение сейсмической нагрузки на здания и сооружения.

Исходя из изложенных фактов, динамический расчет зданий и сооружений на сейсмические нагрузки требует дальнейших разработок и исследований, согласованных с результатами нормативных расчетов и экспериментальных данных. В связи с этим спектральный метод должен модифицироваться в соответствии с новыми требованиями прочности и надежности зданий и сооружений.

4. Неучет реального риска землетрясений. Сейсмический риск — это характеристика вероятности социальных и экономических потерь, гибели и травматизма людей и других ущербов на данной территории за единицу времени. Сейсмический риск определяется, с одной стороны, уровнем сейсмической опасности и, с другой стороны, уровнем сейсмостойкости сооружений и населенных пунктов, или уровнем их сейсмической уязвимости [5—15].

Высокий уровень сейсмического риска определяется двумя главными причинами:

1) высокая сейсмическая уязвимость, т. е. недостаточная сейсмостойкость большинства построенных сооружений; неготовность к землетрясениям большинства населенных пунктов;

2) недостаточная точность и недостаточная надежность прогноза сейсмической опасности на картах общего сейсмического районирования, которые являются частью строительных норм.

Наиболее катастрофические землетрясения XX века, повлекшие наибольшее количество человеческих потерь и значительный экономический ущерб, — это землетрясения интенсивностью более высокой, чем прогнозировалась картами сейсмического зонирования. Поэтому в будущем можно ожидать не только землетрясений в пределах интенсивности, прогнозируемой картами общего сейсмического районирования, но и землетрясений более высокой интенсивности, т. е. сверхрасчетных сейсмических воздействий на сооружения. Это обстоятельство следует учитывать при разработке программы повышения сейсмической безопасности. В связи с этим обстоятельством, важнейшей задачей является создание конструктивных решений сооружений и градостроительных решений населенных пунктов высокой сейсмической живучести при расчетных и сверхрасчетных землетрясениях.

Для снижения сейсмического риска необходимо совершенствовать нормы и правила строительства зданий и сооружений в сейсмоопасных районах.

Особенно это касается недостаточного учета волновых процессов, неточного определения влияния грунтов на сейсмические нагрузки, несоответствия норм для сооружений, которые ведут себя совершенно различно при сильных землетрясениях (например, каркасные и крупнопанельные здания), неточного учета вертикальной компоненты, отсутствия упоминаний о современных методах сейсмозащиты, в частности, о сейсмоизоляции и многое другое. Необходимо разработать основные приоритеты и методы достижения максимального повышения сейсмической безопасности населения и снижения сейсмического риска при минимальных затратах.

5. Недостаточная правовая база. Специалисты едины во мнении, что для создания эффективного механизма совершенствования и развития системы защиты населения и территорий от землетрясений и их последствий в государственных нормативно-правовых актах имеются неправомерные ограничения и противоречия, которые приводят к ослаблению их эффективности [2—5].

Приведем некоторые из них:

1. В законах и нормативно-правовых актах такие важные для вопросов обеспечения сейсмобезопасности нормы, как «предупреждение возникновения и развития» и «снижение ущерба и потерь» от чрезвычайных ситуаций не имеют разграничений. Это приводит к тому, что государство тратит огромные денежные средства на ликвидацию последствий стихийных бедствий и ограничивает затраты для предотвращения ущерба.

2. Действующим законодательством не предусмотрено непосредственно в законе разграничение предметов правового регулирования по смежным отношениям. Опыт показывает, что такая ситуация требует разработки дополнительных подзаконных актов, которые, в свою очередь, не упрощают, а усугубляют административные барьеры.

3. Не оговорены вопросы разграничения полномочий, предметов ведения и ответственности (правовой, финансовой, ресурсной и пр.) между федеральным центром и региональными органами исполнительной власти и местного самоуправления. В нормативно-правовых актах и документах не сформулированы необходимость определения взаимосвязи между всеми участниками процесса, их права и обязанности.

4. В перечнях градостроительной документации не упоминается документация, связанная с оценками сейсмической опасности территорий, оценками рисков и уязвимости существующей застройки.

На основании проведенного анализа можно сделать вывод, что область общественных отношений, связанных с обеспечением сейсмической безопасности, представляет сферу законодательного регулирования, которой, ввиду особой социальной и экономической значимости, государство должно управлять с помощью эффективного использования норм права.

Для устранения указанных причин и усиления безопасности зданий и сооружений необходима новая концепция проектирования сейсмостойких зданий и сооружений и систематический комплексный подход к решению вопроса сейсмостойкости [2—15]. Для этого необходимо выполнение следующих условий:

1) разработать программу повышения сейсмической безопасности зданий и сооружений. Трудность проблемы сейсмостойкого строительства, особенно в сложных грунтовых условиях, усугубляется неопределенностью сейсмических воздействий (по времени и величине), а также недостоверностью нормативной расчетно-теоретической модели, в которой сейсмическая динамика заменена некоторыми статическими нагрузками;

2) активно использовать новые разработки и конструктивные решения для снижения сейсмического риска путем создания замкнутых зданий повышенной живучести и применения устройств, снижающих сейсмические воздействия. Максимальное снижение сейсмических воздействий можно осуществить через жесткость, многосвязность пространственного конструктивного решения сплошной пространственной платформы и возводимых на ней сооружений и зданий замкнутого типа (здание совместно с фундаментным представляет собой замкнутую коробку);

3) организация и проведение в сейсмоактивных районах практических работ по оценке уровня сейсмической опасности и сейсмического риска территорий, обследованию и паспортизации зданий, усилению и реконструкции недостаточно сейсмостойких зданий;

4) развитие и совершенствование комплекса научно-методических исследований, технических и технологических разработок и системы нормативно-правовых документов. Приоритетные направления программных мероприятий — всемерное обеспечение сейсмостойкости эксплуатируемых зданий и сооружений различного назначения, реализация и внедрение в практику современных методов и средств обеспечения сейсмостойкости зданий и сооружений, дальнейшее развитие научной методологии и современных технологий в строительстве и эксплуатации сооружений;

5) для уменьшения риска и опасности землетрясения необходимо устранить следующие моменты: несоответствие нормативной теории спектрального метода расчета реальной физической природы сейсмического воздействия (неучет первого толчка и т. д.); разрыв между геодинамической информацией в баллах и ее воспроизведением и использованием в строительном проектировании; пренебрежение характеристиками реальных фундаментов, которые существенно влияют на сейсмостойкость верхнего строения, отсутствие разработок сейсмостойких фундаментов; практическое отсутствие разработок по применению внешних сейсмозащитных устройств и систем автоматического управления сейсмобезопасностью зданий (сооружений) и др., неучет энергии толчка, который является определяющим фактором; недостаточность развития и использования внешних устройств сейсмозащиты, способных снизить передачу энергии толчка, в частности устройства скользящего слоя между основанием и плитным фундаментом; необходимость совершенствования методов микросейсмораионирования; постоянный мониторинг технического состояния конструкций современных высотных зданий и сооружений особого назначения;

б) несущие конструкции зданий и сооружений должны обладать запасом сейсмостойкости, достаточным для неоднократного восприятия расчетной сейсмической нагрузки без существенных повреждений;

7) несущие конструкции зданий и сооружений должны обладать запасом сейсмостойкости, достаточным для однократного восприятия сейсмической нагрузки, превышающей расчетную на один балл, без обрушивания сооружения в целом или его отдельных частей;

8) инженерные коммуникации должны обладать такой же сейсмостойкостью, как здания и сооружения. Для достижения поставленной цели расчет сооружений и коммуникаций на сейсмическую нагрузку, соответствующую сейсмичности площадки, должен проводиться по второму предельному состоянию; расчет на нагрузку, превышающую сейсмичность площадки на один балл, — по первому предельному состоянию;

9) при проектировании особо ответственных зданий и сооружений несущие конструкции должны быть рассчитаны по второму предельному состоянию на нагрузки, превышающие расчетную сейсмичность площадки на один балл, и по первому предельному состоянию — на нагрузки, превышающие расчетную сейсмичность площадки на два балла;

10) наиболее универсальное и эффективное средство снижения сейсмической нагрузки — сейсмоизоляция — позволяет достичь этой цели и обеспечить относительно небольшую стоимость сейсмостойкого строительства. Применение сейсмоизоляции позволяет внести в сейсмостойкое строительство большее разнообразие архитектурных форм и размеров, в частности увеличить строительство зданий с несимметричными конструктивными схемами, расширить применение кирпичной и каменной кладки. Второе направление для снижения сейсмической нагрузки является применение демпфирования (гашения колебаний). Для высотного строительства используется следующее сочетание: сейсмоизоляцию располагают в нижнем этаже, а по высоте здания устанавливают демпфирование;

11) конструктивная схема сооружения должна обеспечить статическую неопределимость внутренних сейсмических сил в основных несущих конструкциях. Для сейсмостойкого строительства неприемлема конструктивная схема сооружения с основными статически определимыми несущими связями, не обладающая в предельном состоянии способностью к перераспределению внутренних сил в другие «лишние» связи.

Библиографический список

1. Джинчвелашвили Г. А., Колесников А. В. Расчет каркасных зданий на сейсмические воздействия с учетом развития неупругих деформаций // Вестник ЦНИИСК им. В. А. Кучеренко «Исследования по теории сооружений». 2009. № 1 (XXVI). М., 2009. С. 194—200.

2. Конструктивная сейсмобезопасность зданий и сооружений в сложных грунтовых условиях : препринт / под ред. Н. П. Абовского. Красноярск : Сибирский федеральный ун-т, 2009. 186 с.

3. *Абовский Н. П.* Активное формообразование архитектурно-строительных конструкций зданий и сооружений из унифицированных строительных элементов для строительства в особых грунтовых условиях и сейсмических районах : научное издание. Красноярск : КрасГАСА, 2004. 241 с.
4. *Абовский Н. П.* Пространственные фундаментные платформы // сборник научных работ. Красноярск : КрасГАСА, 2006. 187 с.
5. *Шабданов М. Д., Турганбаев О. М.* Актуальные проблемы современного сейсмостойкого строительства высотных зданий в Кыргызской республике // Вестник КГУСТА. 2014. № 3. Бишкек, 2014. С. 50—55.
6. *Хусомиддинов С. С.* Актуальные проблемы современной сейсмологии. Ташкент, 2016. 209 с.
7. *Саркисов Д. Ю.* Сейсмостойкость зданий и сооружений. Томск : Изд-во ТГСУ, 2015. 156 с.
8. *Немчинов Ю. И.* Сейсмостойкость зданий и сооружений / НИИСК Минрегионстрой Украины. Киев, 2008. 480 с.
9. *Логачев Н. А., Шерман С. И., Леви К. Г.* Геодинамическая активность литосферы, ее интегральная оценка и связь с сейсмичностью // Современная тектоническая активность Земли и сейсмичность. М. : Наука, 1987. С. 97—108.
10. *Мкртычев О. В., Джинчвелашвили Г. А.* Проблемы учета нелинейностей в теории сейсмостойкости (гипотезы и заблуждения). М. : МГСУ, 2012. 192 с.
11. *Егунов В. К., Егунов К. В., Лукаш Э. П.* Практические методы расчета зданий на сейсмостойкость. Киев : Будівельник, 1982. 144 с.
12. Учебное пособие по расчету каркасных систем на сейсмические воздействия / Т. Абаканов, Р. К. Садыров, А. Т. Абаканов и др. Алматы : КазГАСА, 2019. 150 с.
13. *Чигринская Л. С.* Сейсмостойкость зданий и сооружений : учеб. пособие. Ангарск : АГТА, 2009. 107 с.
14. *Рашидов Т. Р., Сибукеев Ш. М.* Сравнительный анализ моделей взаимодействия подземных сооружений с окружающим грунтом при сейсмических воздействиях / Ин-т механики и сейсмостойкости сооружений АН Рuz. Ташкент, 2011. С. 1—3.
15. *Апсеметов М. Ч., Жунусов Т. Ж.* Основные направления сейсмозащиты // Вестник КРСУ. 2017. Т. 17. № 8. Бишкек, 2017. С. 90—92.

Д. В. Вдовин, С. С. Рекунов

*Волгоградский государственный технический университет,
Волгоград, Российская Федерация*

ИССЛЕДОВАНИЕ РАБОТЫ КОНСТРУКЦИИ ЖЕЛЕЗОБЕТОННОГО ЗДАНИЯ ПРИ ВОЗНИКНОВЕНИИ ПРОГРЕССИРУЮЩЕГО ОБРУШЕНИЯ

Исследованы различные подходы к моделированию работы строительных конструкций при возникновении их прогрессирующего обрушения. Определены наиболее неблагоприятные варианты сочетания нагрузок и воздействий для высотного монолитного жилого здания каркасного типа.

Ключевые слова: прогрессирующее обрушение, сочетание нагрузок, нелинейные расчеты, механизмы обрушения.

Прогрессирующее обрушение представляет собой процесс, в результате которого из-за деформации или разрушения части конструкции происходит полное или локальное разрушение конструкции.

Из-за невозможности в эксплуатационной практике полностью исключить аварийные ситуации или природные явления, возникает необходимость обеспечения максимально возможной безопасности людей, находящихся в зданиях и сооружениях, и, по возможности, сохранности имущества. Причинами возникновения таких ситуаций могут служить: взрывы бытового газа, теракты, автомобильные аварии, ошибки проектирования, возведения и эксплуатации зданий и сооружений, реконструкция с нарушениями (перепланировки, влекущие за собой снос или ослабление несущих конструкций), механическое удаление опор при столкновении автотранспорта, экстремальные природные воздействия [1]. В большинстве случаев катастрофические ситуации становятся результатом комплекса ошибок.

В практике строительства имеют место аварии из-за дефектов инженерно-геологических и гидрогеологических изысканий, в частности недостаточной полноты исследований, что приводит к неполноценным проектным решениям фундаментов зданий и сооружений, а именно недостаточного учета влияния подземных коммуникаций, расположенных вблизи строящихся зданий, и других условий.

Для минимизации потерь необходимо уменьшить риск прогрессирующего обрушения при выключении из работы отдельных элементов несущих конструкций.

Согласно [2] существуют три способа проектирования сооружений, снижающих вероятность возникновения их прогрессирующего обрушения:

- 1) общее упрочнение всего здания за счет усиления связи элементов несущей конструкции между собой;
- 2) местное усиление в наиболее опасных и чувствительных местах с учетом вероятности и характера террористических атак;
- 3) конструктивная взаимосвязь элементов, непрерывность.

В качестве объекта исследования принято монолитное высотное здание, предназначенное для постоянного проживания людей (рис. 1). Первый этаж занимают коммерческие помещения, на подземных этажах размещена стоянка для транспортных средств.

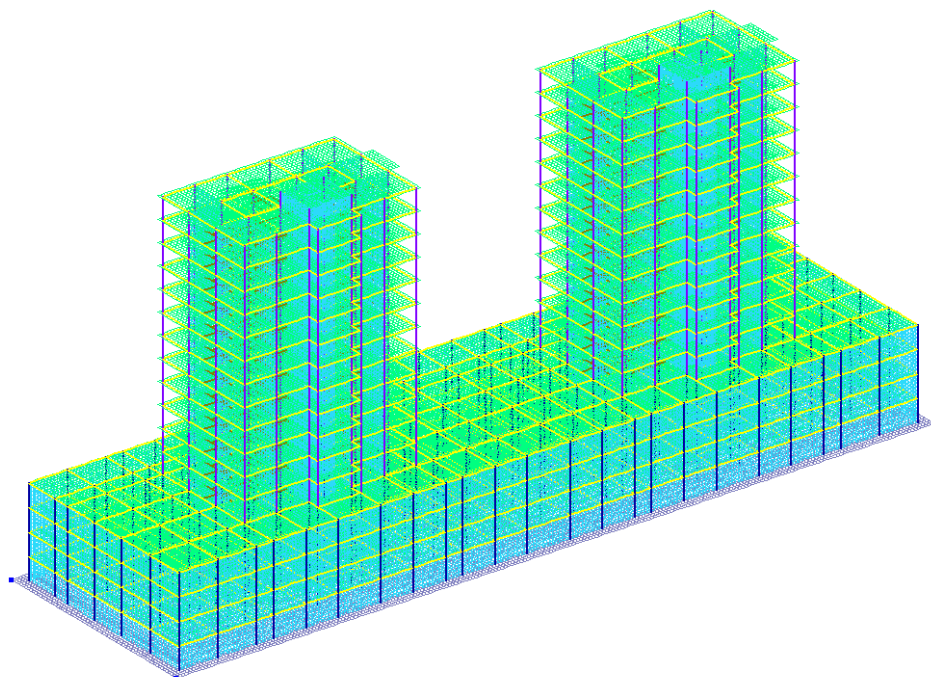


Рис. 1. Расчетная схема здания

Конструктивная схема здания – каркасная. Общее количество этажей 16 (включая 3 подземных, 1 общий надземный). Пространственная жесткость высотных частей здания обеспечивается совместной работой диафрагм жесткости с дисками перекрытий. Диафрагмы выполнены из монолитного армированного железобетона толщиной 200 мм. В качестве ядра жесткости здания выступает лестнично-лифтовой блок.

Расчетная схема типового этажа приведена на рис. 2.

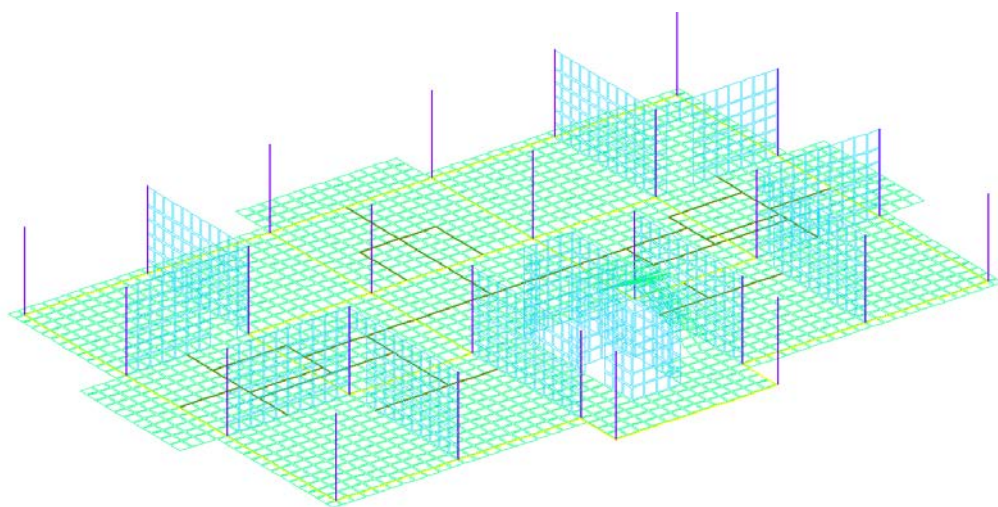


Рис. 2. Расчетная схема типового этажа

Основными несущими элементами каркаса здания являются железобетонные монолитные колонны. Колонны — монолитные железобетонные, квадратным сечением 400×400 . Перекрытия — монолитные железобетонные, толщиной 200 мм. Монолитные плиты перекрытия опираются на ригель. Ригель — монолитная железобетонная балка прямоугольным сечением 400×600 .

Для моделирования наиболее неблагоприятных эксплуатационных условий выбраны следующие возможные воздействия на конструктивные элементы:

- пожар (наиболее распространенный случай возникновения обрушения);
- взрыв (обусловлен возможным террористическим актом или неисправным бытовым газовым оборудованием);
- удар (взаимодействие с автотранспортом или самолетом).

Наиболее опасным является комбинационное воздействие, включающее в себя последовательное влияние на здание трех факторов (удар-взрыв-пожар). Каждое из таких воздействий представляет значительную опасность, их комбинация приводит к еще более тяжелым последствиям.

В результате выхода из строя конструкции при аварийном отказе остальные конструкции, помимо особого воздействия, получают и дополнительную нагрузку от конструкций, которые более не участвуют в работе.

В соответствии с [4] жилые монолитные здания должны быть защищены от прогрессирующего (цепного) обрушения в случае локального разрушения их несущих конструкций при аварийных воздействиях, не предусмотренных условиями нормальной эксплуатации зданий (пожары, взрывы, ударные воздействия транспортных средств, несанкционированная перепланировка и т. п.). Это требование означает, что в случае аварийных воздействий допускаются локальные разрушения отдельных вертикальных несущих элементов в пределах одного этажа, но эти первоначальные разрушения не должны приводить к обрушению или разрушению конструкций, на которые передается нагрузка, ранее воспринимавшаяся элементами, поврежденными аварийным воздействием.

Защита сооружения от прогрессирующего обрушения обеспечена, если для любых элементов и их соединений соблюдается условие

$$F \leq S,$$

где F — усилия в конструктивных элементах или их соединениях, определяемые расчетом; S — несущая способность конструктивных элементов и их соединений.

Для расчета монолитных зданий необходимо использовать пространственную модель, включающую в себя элементы, которые при нормальной эксплуатации являются самонесущими, но при лавинообразном разрушении способными перераспределить и взять на себя часть нагрузки, которую нес поврежденный элемент конструкции.

Необходимо также учитывать изменение в работе элементов, которые примыкают к месту разрушения. Все это обуславливает необходимость использования нелинейных расчетов строительных конструкций, так как очевидным фактором является учет накопления и развития во времени напряжений и деформаций как в элементах конструкций, так и в сооружении в целом.

Для каждого сценария разрушения необходимо использовать несущий элемент, а также элементы, которые вызывают наибольшее догружение нагруженных элементов.

Каждый вид локального разрушения должен быть рассмотрен с точки зрения всех возможных механизмов обрушения.

Разрушение первого типа (рис. 3). Одновременное линейное смещение вниз всех вертикальных конструкций, расположенных над местом локального разрушения.

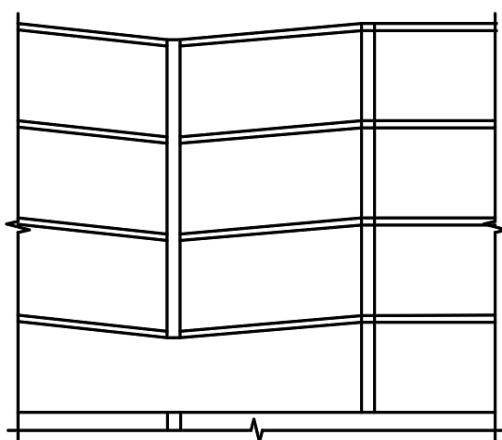


Рис. 3. Обрушение первого типа

Разрушение второго типа (рис. 4). Угловое смещение (поворот) каждой части здания над локальным разрушением вокруг своего центра вращения.

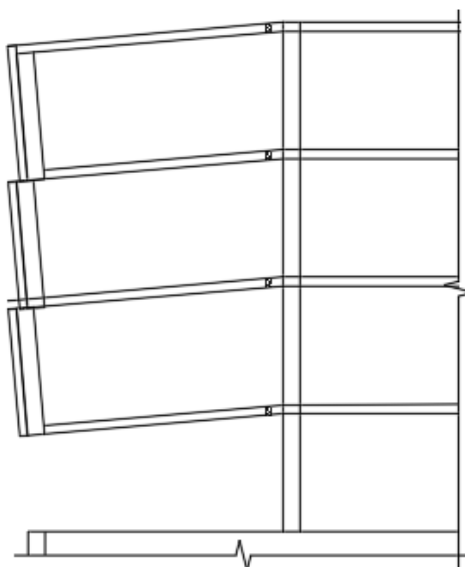


Рис. 4. Обрушение второго типа

Разрушение третьего типа — это условие необрушения только участка перекрытия, расположенного непосредственно над выключенной из работы вертикальной конструкции и первоначально на нее опертого (рис. 5).

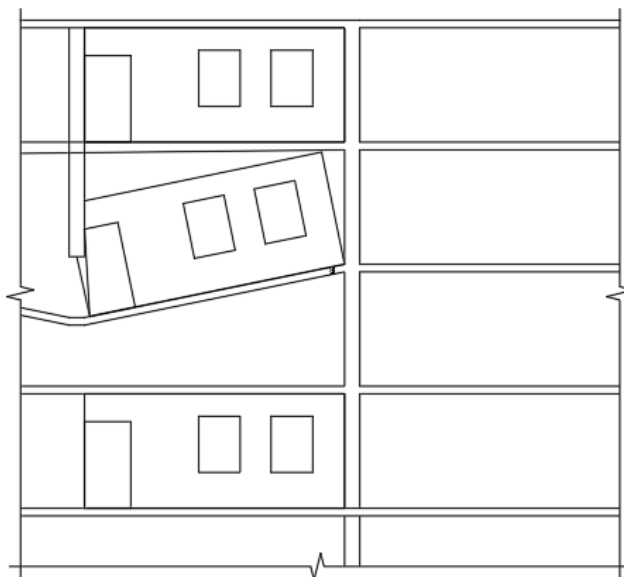


Рис. 5. Обрушение третьего типа

В результате выполненного анализа определены наиболее неблагоприятные варианты нагрузок и их сочетаний для исследуемого объекта. Моделирование работы конструкции, приспособляемой к различным экстремальным ситуациям с применением нелинейных методов расчета конструкций, позволяет получить наиболее достоверную информацию о напряженно-деформированном состоянии конструкции при возникновении прогрессирующего обрушения.

Библиографический список

1. Расчет многоэтажного здания на прогрессирующее обрушение при сейсмическом воздействии / С. С. Рекунов, А. Ю. Косова, С. Ю. Иванов и др. // Инженерно-строительный вестник Прикаспия. 2021. № 2(36). С. 15—20. DOI: 10.52684/2312-3702-2021-36-2-15-20. EDN GJWFVN.
2. Защита зданий и сооружений от прогрессирующего обрушения. Правила проектирования. Основные положения : СП 385.1325800.2018 М. : ФГУП «Стандартинформ», 2018.
3. Рекомендации по защите высотных зданий от прогрессирующего обрушения. М. : МНИИТЭП, 2006.
4. Кравченко Г. М., Труфанова Е. В. Расчет зданий и сооружений на прогрессирующее обрушение [Текст] : учебно-методическое пособие. Ростов-на-Дону : ДГТУ, 2017. 92 с.
3. Рекомендации по защите монолитных жилых зданий от прогрессирующего обрушения. М. : НИИЦ, 2005.
4. Пособие по проектированию мероприятий по защите зданий и сооружений от прогрессирующего обрушения. М. : Федеральный центр нормирования, стандартизации и технической оценки соответствия в строительстве, 2020.
5. Алмазов В. О., Кхой Као Зуй. Динамика прогрессирующего разрушения монолитных многоэтажных каркасов. М. : АСВ, 2013.

6. *Айдемиров К. Р.* Состояние проблемы прогрессирующего разрушения зданий и сооружений, классификация задач и подходы к их решению // Вестник Дагестанского государственного технического университета. Технические науки. 2010. № 18. С. 117—129.

7. *Травуш В. И., Колчунов В. И., Леонтьев Е. В.* Защита зданий и сооружений от прогрессирующего обрушения в рамках законодательных и нормативных требований // Промышленное и гражданское строительство. 2019. № 2. С. 46—54. DOI: 10.33622/0869-7019.2019.02.46-54.

8. *Кодыш Э. Н.* Проектирование защиты зданий и сооружений от прогрессирующего обрушения с учетом возникновения особого предельного состояния // Промышленное и гражданское строительство. 2018. № 10. С. 95—101.

9. Проектирование защиты крупнопанельных зданий от прогрессирующего обрушения / В. И. Травуш, Г. И. Шапиро, В. И. Колчунов и др. // Жилищное строительство. 2019. № 3.

10. Расчет многоэтажного здания на прогрессирующее обрушение при сейсмическом воздействии / С. С. Рекунов, А. Ю. Косова, С. Ю. Иванов и др. // Инженерно-строительный вестник Прикаспия. 2021. № 2(36). С. 15—20. DOI: 10.52684/2312-3702-2021-36-2-15-20. EDN GJWFVN.

Е. С. Кашина, В. В. Габова

*Волгоградский государственный технический университет,
Волгоград, Российская Федерация*

ОЦЕНКА ВЗАИМНОГО ВЛИЯНИЯ ФУНДАМЕНТОВ БЛИЗКОРАСПОЛОЖЕННЫХ РАЗНОВЫСОТНЫХ ЗДАНИЙ

В статье рассматривается взаимное влияние фундаментов близкорасположенных разновысотных зданий. Главная цель работы — анализ возникновения деформаций и развития зон напряженного состояния у существующих зданий вблизи новой застройки; расчет дополнительной осадки; нахождение оптимального расстояния для определения месторасположения будущего строения. По результатам, полученным в ходе исследования, были разработаны методики расчета мероприятий, способствующих предотвращению негативного взаимного воздействия близлежащих фундаментов.

Ключевые слова: тесная городская застройка, деформация, взаимное влияние, дополнительная осадка, метод угловых точек.

В настоящее время строительная индустрия часто сталкивается с проблемой проектирования разновысотных зданий в условиях тесной городской застройки. При проектировании таких зданий возникает необходимость учета влияния близкорасположенных зданий и их подземных конструкций на новое строительство.

Необходимость данного расчета возникла в результате обследований различных зданий и сооружений, находящихся в непосредственной близости новых зданий. По полученным данным была выявлена некая закономерность: при устройстве новых фундаментов зданий и сооружений на близкорасположенных домах возникают различного рода деформации, такие как трещины в кладке стен, перекосы оконных, дверных проемов, сдвиги плит и т. п. (рис. 1, а, б); на степень деформации старых зданий влияет их высота относительно новой застройки: если старое здание выше, чем новое, то влияние предыдущего минимально воздействует на него, при обратной ситуации может дойти до аварийного состояния (рис. 1, в, г).

На величину деформаций влияют многие факторы, такие как высота нового здания относительно старого ΔH (см. рис. 1), расстояние до него L (см. рис. 1), инженерно-геологические условия. Рассмотрим возможные причины их появления.

Причиной появления деформаций в вышеперечисленных случаях является наложение зоны напряженного состояния фундамента существующего здания на аналогичную зону нового строительства. Чем ближе здания будут расположены по отношению друг к другу, тем они будут оказывать больше воздействия и тем сильнее будет происходить уплотнение грунтов, что ведет к увеличению напряжений и к дальнейшему появлению дополнительных

осадок зданий. Опасность таких осадок обусловлена тем, что они являются неравномерными. Для определения осевых расстояний между фундаментами, при которых будет учитываться взаимное влияние их осадок, существуют 2 графика (рис. 2) или формула (1).

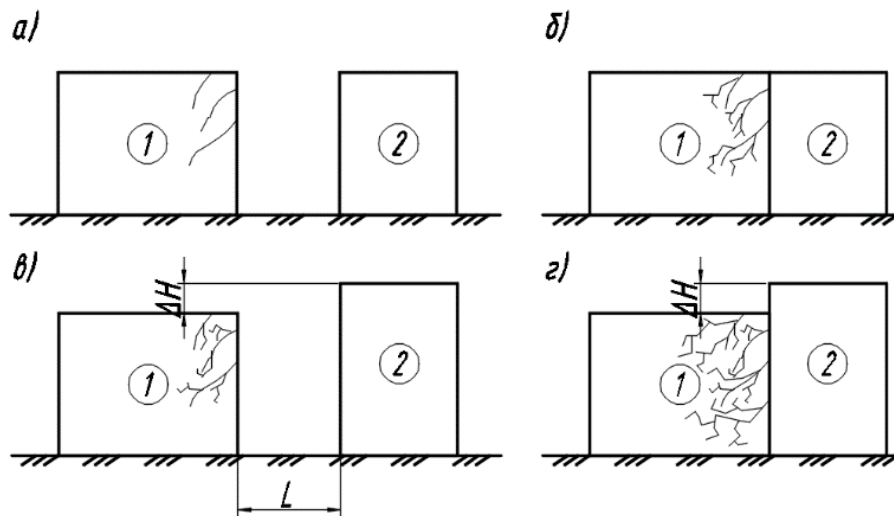


Рис. 1. Деформации в виде трещин в существующих зданиях (1) при возведении новых зданий (2) вблизи

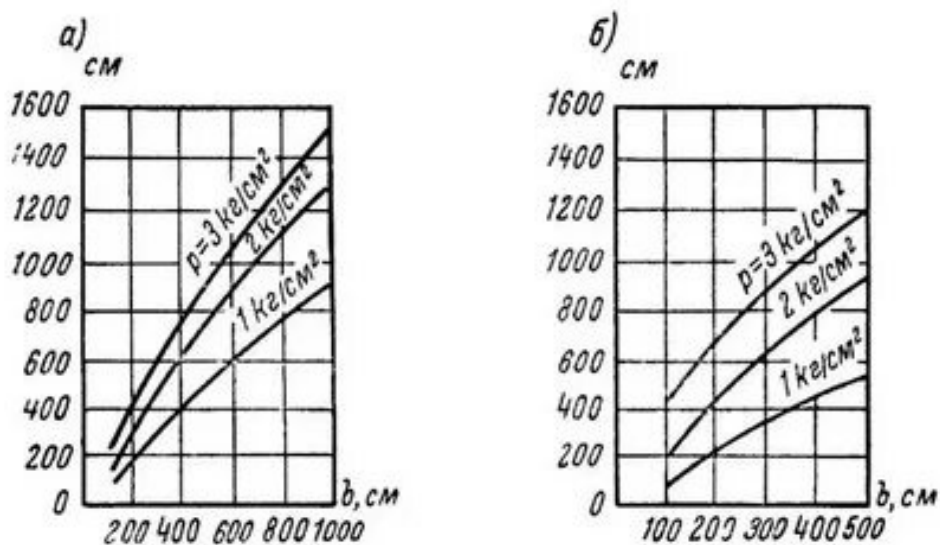


Рис. 2. Графики для определения расстояния между осями фундаментов, при котором учитывается взаимное влияние осадок:
 а — квадратный фундамент; б — прямоугольный фундамент

$$K_r L_{\phi} \leq L_r, \quad (1)$$

где L_{ϕ} — расстояние между осями фундаментов, см; L_r — расстояние (ординаты на графиках), определяется по графикам (см. рис. 2); K_r — коэффициент, определяемый по формуле (2):

$$K_r = \frac{0,6}{b}(E - 100) + 1, \quad (2)$$

где b — ширина подошвы фундамента, см; E — среднее значение модуля деформации, кг/см².

Согласно действующему СП 22.13330.2016 [2] при проектировании отдельно стоящих зданий должно выполняться условие

$$s \leq s_u, \quad (3)$$

где s — осадка основания, определяемая расчетом; s_u — предельно допустимая осадка основания зданий, устанавливаемая по прил. Г СП 22.13330.2016 [2].

При проектировании зданий, близкорасположенных к уже существующим зданиям, должно также выполняться дополнительное условие

$$s_{ad} \leq s_{ad,u}, \quad (4)$$

где s_{ad} — дополнительная осадка основания фундамента (совместная дополнительная деформация основания и сооружения), определяемая в соответствии с требованиями п. 5.6 [2] с учетом совокупности техногенных воздействий, связанных с увеличением (снижением) нагрузки на основание, технологии и последовательности строительных работ; $s_{ad,u}$ — предельное значение дополнительной осадки основания фундамента (предельное значение совместной дополнительной деформации основания и сооружения), устанавливаемое при проектировании реконструкции в соответствии с категорией технического состояния сооружения (прил. Д [2]) и с учетом требований п. 5.6.46—5.6.48 того же СП.

Дополнительная осадка может рассчитываться по нескольким методам: метод угловых точек, данный метод заключается в следующем: напряжение в любой точке массива определяется как суммарное давление угловых точек прямоугольных площадок; метод ограниченной сжимаемой толщин Б. И. Далматова.

При разработке котлована близкорасположенного к существующим фундаментам необходимо учитывать, что данный строительный процесс приведет к уменьшению горизонтальных и вертикальных напряжений в грунте, что может снизить несущую способность основания. Поэтому необходимо заранее разработать меры, которые помогут снизить негативное воздействие на фундаменты и их основания.

Одним из основных методов ограничений взаимного влияния фундаментов в настоящее время является устройство осадочного шва в надземной части и разрыва между новыми и старыми фундаментами, а также в этой технологии применяется консольное примыкание конструкций нового здания.

Второй метод — расстановка ограждающих элементов, таких как разъединительный шпунт Ларсена (рис. 3). Помимо его главной функции по обеспечению отсутствия взаимного влияния фундаментов друг на друга, он также обеспечивает значительное снижение дополнительных осадок, возможность работы в тесной городской застройке (устройство котлованов без откосов). Однако стоит отметить, что установка данного устройства считается трудозатратной и небюджетным вариантом.



Рис. 3. Шпунт Ларсена

При проектировании и возведении новых зданий вблизи старой застройки необходимо всегда проверять взаимное влияние фундаментов этих зданий. Проводя данные расчеты, можно продлить эксплуатацию старых зданий, снизить риски, связанные с получением новых деформаций. Оценка взаимного влияния фундаментов поможет обеспечить надежность нового здания. Также не стоит забывать о мерах, которые могут помочь в процессе проектирования, когда влияние фундаментов получается слишком большим и не проходит по нормативным документам.

Библиографический список

1. Сотников С. Н., Симагин В. Г., Вершинин В. П. Проектирование и возведение фундаментов вблизи существующих сооружений. М. : Стройиздат, 1986. 96 с.
2. Основания зданий и сооружений. Актуализированная редакция СНиП 2.02.01—83* : СП 22.13330.2016. М., 2016.
3. Рекомендации по проектированию и устройству оснований и фундаментов при возведении зданий вблизи существующих в условиях плотной застройки в г. Москве. М., 1999.

Р. К. Насиров, Ю. Ю. Арушонок

*Волгоградский государственный технический университет,
Волгоград, Российская Федерация*

МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПРОЧНОСТИ БЕТОНА ПРИ ОБСЛЕДОВАНИИ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

Приводится обзор современных методов разрушающего и неразрушающего контроля прочности бетона, применяемых при обследовании зданий и сооружений. Описаны их преимущества и недостатки.

Ключевые слова: прочность бетона, разрушающие и неразрушающие методы, стандартные образцы, градуировочная зависимость.

В XX веке бурное развитие получило строительство из железобетона, что потребовало разработки надежных методов контроля прочности такого неоднородного по структуре материала, как бетон. За прошедшее время многие из предложенных тогда методов определения прочности бетона на практике подтвердили свою достаточную эффективность, показали приемлемую точность, нашли свое отражение в нормативных документах разных стран и продолжают использоваться в настоящее время. Приборы, реализующие эти методы, постоянно совершенствуются, главным образом благодаря внедрению микропроцессорной техники на стадии обработки сигналов от первичных датчиков, что позволяет значительно упростить и ускорить проведение испытаний и последующую обработку получаемых данных, в том числе с применением компьютеров.

Основные, применяемые в настоящее время, методы определения прочности бетона, в том числе при обследовании существующих зданий и сооружений, можно разделить на две группы: разрушающие и неразрушающие методы (рис. 1). Первая группа методов контроля основана на испытаниях до разрушения заранее изготовленных специальных образцов или образцов, извлеченных из конструкции. Неразрушающие методы применяются, как правило, при контроле прочности бетона непосредственно в реальных конструкциях и сооружениях. Они подразделяются на прямые и косвенные. Неразрушающие косвенные методы, в свою очередь, по виду проводимых испытаний делятся на механические и физические [1].

Рассмотрим методы контроля прочности бетона, представленные на рис. 1, более подробно.

Разрушающие методы контроля прочности бетона

Определение прочности бетона на сжатие по стандартным контрольным образцам кубической или цилиндрической формы, изготовленным из бетонной смеси, регламентируется ГОСТ 10180—2012 [2], а по образцам, извлеченным из конструкций, — кернам (рис. 2), кубикам — ГОСТ 28570—2019 [3]. Образцы подвергаются статическому нагружению на прессах с постоянной скоростью нарастания нагрузки вплоть до их разрушения.



Рис. 1. Методы контроля прочности



Рис. 2. Выбуривание кернов из конструкции

К достоинствам разрушающих методов можно отнести то, что прочность бетонных образцов определяется с максимальной достоверностью, а влияние на результаты испытания таких факторов, как влажность, армирование, дефекты поверхностного слоя можно минимизировать.

Недостатки разрушающих методов: условия укладки, уплотнения и твердения бетона образцов и реальной конструкции различны, незначительность выборки образцов, нельзя определить прочность бетона в различных местах конструкции, при отсутствии стандартных кубов нельзя определить прочность бетона по ГОСТ 10180—2012 [2] в уже возведенных сооружениях.

Еще один минус касается применения разрушающих методов по ГОСТ 28570—2019 [3] к уже возведенным зданиям. Выбуривание кернов, вырубка кусков бетона может привести к локальному повреждению конструкций здания, нарушению его эстетического вида, что часто недопустимо. Места проведения таких испытаний подлежат последующей заделке, что требует дополнительных затрат.

Неразрушающие методы контроля прочности бетона

Неразрушающие методы определения прочности бетона могут использоваться как на образцах, так и на существующих строительных конструкциях,

поскольку не приводят к полному разрушению образца или к утрате испытуемой строительной конструкцией несущей способности и эксплуатационной пригодности.

Прямые неразрушающие методы испытания прочности бетона

К прямым неразрушающим методам испытания прочности относятся методы, которые предусматривают стандартные схемы испытаний и допускают применение известных градуировочных зависимостей без привязки и корректировки.

Прямыми неразрушающими методами являются механические испытания прочности бетона на отрыв со скалыванием (рис. 3) и на скалывание ребра по ГОСТ 22690—2015 [4], а также на отрыв стальных дисков. Метод отрыва со скалыванием основан на связи прочности бетона со значением усилия местного разрушения бетона при вырыве из него анкерного устройства. Метод скалывания ребра основан на связи прочности бетона со значением усилия, необходимого для скалывания участка бетона на ребре конструкции. Метод отрыва стальных дисков заключается в регистрации напряжения, которое необходимо для местного разрушения бетона при отрыве от него приклеенного металлического диска, равного усилию отрыва, деленному на площадь проекции поверхности отрыва бетона на плоскость диска.



Рис. 3. Испытание на отрыв со скалыванием

В процессе испытаний прямыми механическими методами происходит локальное разрушение бетона, что повышает достоверность получаемой информации о прочности материала. В частности, испытание на отрыв со скалыванием обеспечивает точность определения прочности бетона $\pm 5 \dots 8 \%$ и может использоваться для экспертного контроля.

Вместе с тем у таких методов есть недостатки, к числу которых относятся трудоемкость испытаний за счет установки анкерных устройств, а также необходимость заранее определить и подготовить места испытаний и последующей их заделки. Это не позволяет применять данные методы при массовых испытаниях прочности бетона в процессе обследования существующих конструкций.

Неразрушающие косвенные методы контроля прочности бетона

К косвенным неразрушающим методам определения прочности бетона относятся испытания, основанные на измерении величины косвенной характеристики, которая зависит от прочности бетона, а также от других его свойств, например упругости, что приводит к необходимости установления градуировочной зависимости для конкретного типа бетона и его состава, влажности, режима твердения и т. д.

Косвенными неразрушающими методами испытания прочности бетона являются следующие механические методы по ГОСТ 22690—2015 [4]: метод упругого отскока, пластической деформации, ударного импульса, а также физические методы: импульсный ультразвуковой метод по ГОСТ 17624—2021 [5], резонансный метод и метод волны удара.

Косвенные механические методы испытания основаны на связи прочности бетона и определяемой при местном механическом воздействии косвенной характеристики прочности — значение упругого отскока бойка от поверхности бетона при ударе, размер отпечатка, образовавшегося на бетоне при вдавливании в него штампа, изменения энергии в момент удара бойка по бетону.

Определение прочности бетона по величине упругого отскока основано на том, что между упругостью бетона, которая характеризуется величиной упругого отскока, падающего на него тела (металлического шарика, ударника), и пределом прочности существует статическая связь [6].

Для определения величины упругого отскока используются различные версии молотка Шмидта, в частности модель Original Schmidt (рис. 4).



Рис. 4. Молоток модели Original Schmidt

Испытания молотком Шмидта проходят следующим образом: корпус прибора устанавливают перпендикулярно поверхности изделия, уперев ударник в бетон. Нажимая на корпус прибора, взводят боек, при этом растягивается ударная пружина вплоть до момента срабатывания защелки, которая освобождает боек из зацепления. Боек под действием растянутой пружины бьет по ударнику и отскакивает от него на высоту, величина которой фиксируется на шкале прибора специальным указателем (стрелкой).

Переход от измеренной высоты отскока к прочности бетона на сжатие осуществляется по градуировочной зависимости.

Метод пластической деформации основан на взаимосвязи между прочностью бетона и размерами отпечатка на бетонной поверхности конструкции при вдавливании в нее индентора (штампа) под действием статической или динамической нагрузки P . В качестве индентора обычно применяют стальные шарики, образующие на поверхности бетона сферические отпечатки определенного диаметра и глубины. Обычно измеряют величину диаметра отпечатка с точностью до 0,1 мм.

Динамическое вдавливание штампа может производиться при $P = \text{const}$ и $P \neq \text{const}$. Первый способ нагружения реализуется с помощью пружинных молотков, например ПМ-2. Для определения прочности бетона исследуемой конструкции используют однозначные зависимости «прочность бетона — диаметр отпечатка», устанавливаемые экспериментально для каждого конкретного условия испытания.

В случае $P \neq \text{const}$ после действия нагрузки измеряют размер отпечатков от стального шарика, образовавшихся одновременно как на исследуемой поверхности бетона, так и на стальном эталонном стержне с известной твердостью, величину прочности бетона в этом случае определяют в зависимости от отношения размеров отпечатков на бетоне и на эталоне по заранее установленным эмпирическим зависимостям. Такой подход реализуется с помощью эталонного молотка К. П. Кашкарова.

Для определения прочности бетона методом ударного импульса, разработанного у нас в стране, применяют склерометры ИПС-МГ4, ОНИКС-2.6 и другие аналогичные приборы. Они состоят из выносного преобразователя и электронного блока. Корпус преобразователя прижимается тремя опорами к бетонной поверхности испытываемой конструкции. Боек преобразователя со стальным шариком-индентором на конце находится во взведенном с помощью специального рычага положении. При нажатии на спуск энергия сжатой пружины толкает боек, шарик которого ударяет по поверхности бетона и отскакивает. При этом косвенная характеристика бетона оценивается по параметрам обрабатываемого микропроцессором сигнала, поступающего от закрепленной на бойке катушки.

Вышеописанные косвенные механические методы контроля прочности бетона на основе оценки его упругих или пластических свойств принципиально просты, легко осуществимы на практике, приборы несложны по устройству и технике обращения с ними.

В то же время точность определения прочности невысока и реально составляет 15...20 %. Это обусловлено рядом причин. Во-первых, речь идет о методе контроля прочности бетона, а на самом деле измеряется твердость растворной составляющей, поэтому простые, на первый взгляд, зависимости фактически представляют собой сложные многопараметровые связи. Во-вторых, эти связи носят статистический характер, на них влияет и конкретный состав раствора, и состояние поверхностного слоя исследуемой

конструкции, и климатические параметры окружающей среды в процессе испытания. В приборах, использующих условие $P = \text{const}$, весьма сложно обеспечить постоянство во времени силы удара из-за ослабления рабочей пружины (разработчики таких приборов рекомендуют ее заменять после нанесения 1000 ударов), изменения сил трения в движущихся частях приборов ввиду их износа и т. д.

Косвенные физические методы испытания базируются на зависимостях между определенными физическими свойствами материалов конструкций и их механическими характеристиками, в том числе прочностью. В частности, импульсный ультразвуковой метод основан на связи скорости распространения ультразвуковых (с частотами более 20 кГц) механических колебаний в бетоне с упругостью и плотностью материала, которые в значительной степени определяют его прочность. Обычно для их возбуждения используется пьезоэффект — способность кварца менять размеры под воздействием электрического тока и обратный эффект в приемнике. Предпочтение следует отдавать сквозной схеме прозвучивания, когда излучатель и приемник колебаний располагаются соосно на противоположных сторонах конструкции. При одностороннем доступе к исследуемым объектам реализуется их поверхностное прозвучивание, при этом оба датчика находятся с одной стороны конструкции, а ультразвуковые колебания распространяются в поверхностных слоях. В процессе испытаний фиксируется время прохождения ультразвуковых колебаний через бетон, при известном расстоянии между излучателем и приемником колебаний (база прозвучивания) можно вычислить скорость распространения колебаний. Переход от измеренной скорости ультразвука в бетоне известного состава к его прочности осуществляется по специальным тарировочным графикам в координатах скорость ультразвука — прочность бетона. Погрешность определения прочности бетона в этом случае составляет $\pm 15\%$.

При неизвестном составе бетона переход к его прочности может осуществляться по различным эмпирическим формулам. В этом случае погрешность определения прочности возрастает до 30...40 %.

Кроме прочности бетона ультразвуковой метод позволяет определять динамический модуль упругости, плотность материала, толщину элементов, выявлять и оценивать размеры скрытых дефектов, измерять глубину трещин в бетоне, контролировать его однородность, исследовать изменение основных механических характеристик материалов после воздействий пожара, циклических нагрузок, коррозионных процессов. Вместе с тем на скорость распространения ультразвуковых колебаний в бетоне оказывает влияние большое количество факторов, таких как температура и влажность материала, наличие стальной арматуры, количество и тип заполнителя и др. Игнорирование этих факторов может привести к значительным ошибкам в оценках прочности и других характеристик бетона.

Метод волны удара, также относящийся к группе физических методов, по своей сущности не отличается от импульсного ультразвукового и основан

на зависимости между прочностью бетона и скоростью распространения звуковой волны в нем. Основные различия между этими методами заключаются в способе возбуждения механических колебаний в бетоне и их частоте. Колебания возбуждаются ударом молотка по испытываемому бетону. Частота таких колебаний находится в области звукового (слышимого) диапазона и не превышает 16 кГц. Измеряется время распространения фронта звуковой волны на участке конструкции между двумя закрепленными на ней датчиками. Далее по градуировочной зависимости от вычисленной скорости распространения звука в бетоне переходят к его прочности. Пониженная частота возбуждаемых колебаний сужает область применения данного метода в основном длинномерными конструкциями, где ультразвуковые испытания не реализуемы из-за быстрого затухания колебаний.

В основе еще одного физического метода — резонансного лежит зависимость частоты свободных колебаний конструкции от такого свойства бетона, как его упругость. В процессе испытаний, используя условие возникновения резонанса, определяют частоту собственных колебаний испытываемой конструкции, по которой вычисляют динамический модуль упругости бетона. Прочность материала определяется по специальной тарировочной кривой в зависимости от вычисленного значения динамического модуля упругости.

Резонансный метод позволяет выявлять наличие сквозных трещин, а также дефектов, вызванных расслоением и недоуплотнением бетонной смеси, плохим сцеплением арматуры с бетоном. Метод дает представление не только о качестве, но и обеспечивает оценку конструктивной характеристики железобетонного элемента в целом, а также позволяет оценить изменение свойств материала при циклическом воздействии нагрузки.

Недостатки резонансного метода: сложность испытания крупноразмерных конструкций и невозможность контроля элементов, сочлененных в сооружении с другими конструкциями, что не позволяет применять его для эксплуатируемых конструкций. Применяется он, главным образом, на заводах ЖБИ для контроля качества выпускаемой серийной продукции.

Обсуждение

Неразрушающие косвенные методы, по сравнению с разрушающими методами, характеризуются наименьшими трудоемкостью и стоимостью единичного испытания, относительно небольшой стоимостью оборудования. Они не наносят повреждений бетону конструкций при измерениях.

Наиболее широкое распространение среди косвенных неразрушающих механических методов получили методы упругого отскока и ударного импульса по ГОСТ 22690—2015 [4], благодаря простоте и дешевизне осуществления испытаний, отсутствию необходимости использования расходных материалов, как например, в случае применения молотка К. П. Кашкарова.

Из неразрушающих косвенных физических методов в нашей стране наибольшее распространение получил импульсный ультразвуковой метод по ГОСТ 17624—2021 [5]. Это обусловлено тем, что используемые

ультразвуковые приборы позволяют определять не только прочность бетона, но и его упругость, плотность, а также выявлять дефекты, включая скрытые.

Неразрушающие методы имеют ряд достоинств, например:

1) сохранение цельной контролируемой конструкции, что позволяет испытывать существующие, в том числе, эксплуатируемые конструкции или образцы;

2) возможность многократного испытания образца или конструкции в периоды ее строительства и эксплуатации, что позволяет выявить закономерности изменения характеристик бетона во времени;

3) небольшие затраты времени по сравнению с другими методами испытаний, что делает возможным проведение массовых испытаний;

4) возможность определения необходимых характеристик в любой доступной точке.

Наряду с перечисленными достоинствами, неразрушающие методы испытания конструкций имеют недостатки. В частности, результаты испытания получают в виде косвенных показателей, таких как скорость прохождения ультразвука, поверхностная твердость, изменение энергии и т. д. Поэтому необходимо дополнительно устанавливать взаимосвязи между этими показателями и искомой характеристикой путем проведения экспериментов.

Применение методов упругого отскока, ударного импульса при обследовании конструкций, бетон которых обладает параметрами, отличающимися от бетона, на котором построена градуировочная зависимость, возможно только с уточнением данной зависимости. Уточнение зависимости подразумевает испытание бетона разрушающими методами. Это означает, что применять все неразрушающие косвенные методы контроля прочности без построения градуировочной зависимости (или ее уточнения) нельзя, а для построения зависимости необходимо использовать разрушающие методы.

Основным общим недостатком всех вышеописанных косвенных физических и механических методов определения прочности бетона является использование градуировочных зависимостей. Эти графики, отражающие связь измеряемого параметра (величины отскока бойка, диаметра отпечатка, скорости ультразвука и т. д.) с прочностью бетона, согласно ГОСТ 22690—2015 [4] и ГОСТ 17624—2021 [5], должны быть установлены заранее на основании результатов испытаний:

- одних и тех же участков существующих конструкций одним из косвенных методов и прямым неразрушающим методом определения прочности бетона (например, на отрыв со скалыванием);

- участков конструкций одним из косвенных неразрушающих методов и испытаний образцов-кернов, отобранных из тех же участков в соответствии с ГОСТ 28570—2019 [3];

- стандартных бетонных образцов одним из неразрушающих методов и разрушающих испытаний по ГОСТ 10180—2012 [2].

Допускается применять косвенные неразрушающие методы определения прочности бетона, используя градуировочные зависимости для бетона,

отличающегося от использованного по составу, возрасту, условиям твердения, влажности с привязкой к данным условиям. Процедура привязки зависимостей к данным условиям описана в нормах [4] для косвенных механических методов и в нормах [5] для импульсного ультразвукового метода.

Заключение

1. При обследовании разрушающие методы могут применяться только при наличии изготовленных одновременно с исследуемыми конструкциями стандартных кубических образцов из того же бетона либо в случае извлечения (выбуривания) из конструкций образцов-кернов. Данные обстоятельства в сочетании с необходимостью последующей заделки мест извлечения образцов сильно ограничивают или делают невозможным применение этих методов в отношении существующих конструкций. Кроме того, в этих условиях неприменимы статистические методы определения прочности бетона из-за ограниченного количества испытаний.

2. Прямые механические неразрушающие методы испытания бетона имеют высокую точность определения прочности бетона и могут использоваться при обследовании в качестве экспертных методов, но также требуют последующей заделки мест проведения испытаний и не могут применяться массово.

3. Такие неразрушающие косвенные механические методы определения прочности бетона, как метод упругого отскока, ударного импульса, а также косвенный физический импульсный ультразвуковой метод имеют приемлемую точность, пригодны для массовых испытаний, в том числе в труднодоступных местах. При обследовании железобетонных конструкций существующих зданий они могут применяться при условии привязки их градуировочных зависимостей в соответствии с указаниями норм [4] и [5] путем проведения параллельных испытаний прямым механическим неразрушающим методом на отрыв со скалыванием.

Библиографический список

1. Бетоны. Правила контроля и оценки прочности : ГОСТ 18105—2018. М. : Стандартинформ, 2019. 19 с.
2. Бетоны. Методы определения прочности по контрольным образцам : ГОСТ 10180—2012. М. : Изд-во стандартов, 2013. 32 с.
3. Бетоны. Методы определения прочности по образцам, отобраным из конструкций : ГОСТ 28570—2019. М. : Стандартинформ, 2019. 20 с.
4. Бетоны. Определение прочности механическими методами неразрушающего контроля : ГОСТ 22690—2015. М. : Стандартинформ, 2019. 23 с.
5. Бетоны. Ультразвуковой метод определения прочности : ГОСТ 17624—2021. М. : Изд-во стандартов, 2014. 16 с.
6. *Долидзе Д. Е.* Испытание конструкций и сооружений. М. : Высш. шк., 1975. 77 с.

А. В. Родионов, В. П. Савенкова, В. В. Габова

*Волгоградский государственный технический университет,
Волгоград, Российская Федерация*

ДИНАМИЧЕСКАЯ КОМФОРТНОСТЬ, УСКОРЕНИЕ ОТ ПУЛЬСАЦИИ

Рассматриваются типы взаимодействия ветровой нагрузки на несущие конструкции. Представлена характеристика динамических нагрузок. Рассмотрены основные и дополнительные параметры расчета пульсационной составляющей ветровой нагрузки.

Ключевые слова: ветровая нагрузка, типы ветровой нагрузки, ускорения от ветровой нагрузки, пульсационная составляющая, нормативные значения пульсационной составляющей.

Нагрузки и воздействия, возникающие при взаимодействии ветра со строительными конструкциями, по своей природе можно разделить на два типа:

- 1) воздействия, связанные с непосредственным действием на здания и сооружения максимальных для места строительства ураганных ветров;
- 2) воздействия, вызывающие интенсивные аэроупругие и неустойчивые изгибные, крутильные и изгибно-крутильные колебания.

Воздействия первого типа называются расчетной ветровой нагрузкой, и она подразделяется на среднюю и пульсационную составляющие.

К колебаниям второго типа относятся различные формы аэродинамической неустойчивости сооружений (в частности, применительно к высоким зданиям это могут быть галопирование и дивергенция), а также колебания, связанные со срывом вихрей с внешней поверхности сооружений и приводящие к резонансному вихревому возбуждению сооружения на одной из его собственных частот. Колебания этого типа могут возникнуть в зданиях и сооружениях, высота которых значительно превышает их поперечный размер. В связи с этим соответствующие воздействия не учитываются при проектировании невысоких зданий [1].

Динамические нагрузки вносят существенный вклад в напряженно-деформированное состояние несущих конструкций зданий.

Динамические характеристики влияют на выбор методов и параметров расчета динамических нагрузок. Результаты динамических расчетов учитывают при принятии конструктивных решений зданий [2].

Динамические воздействия снижают комфортное пребывание людей на верхних этажах. Основной величиной, характеризующей комфортность пребывания людей в помещениях многоэтажных зданий, является ускорение конструкций верхних этажей [3, 4].

Таким образом, при проектировании высоких зданий необходимо учитывать следующие воздействия ветра:

- 1) среднюю и пульсационную составляющие расчетной ветровой нагрузки;
- 2) пиковые значения ветровой нагрузки, действующие на конструктивные элементы ограждения;
- 3) резонансное вихревое возбуждение;
- 4) аэродинамические неустойчивые колебания типа галопирования и дивергенции;
- 5) воздействия, приводящие к нарушению комфортности пешеходных зон, прилегающих к проектируемому зданию [1].

При расчете ускорений от ветровой нагрузки исследуются нормативные значения пульсационной составляющей:

$$w_c = 0,7w_p,$$

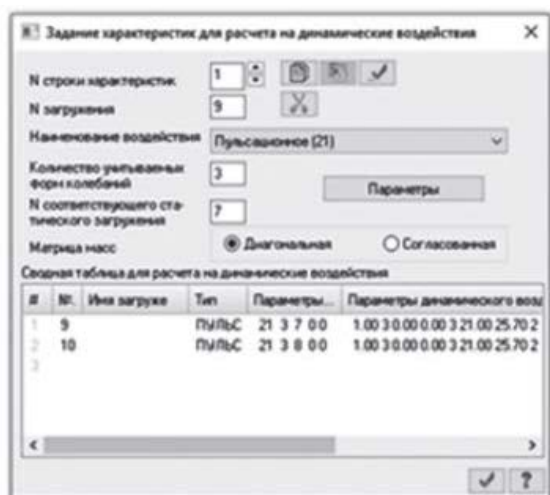
где w_p — нормативное значение пульсационной составляющей ветровой нагрузки.

Максимальное ускорение этажа здания при выполнении требования комфортности не должно превышать величины:

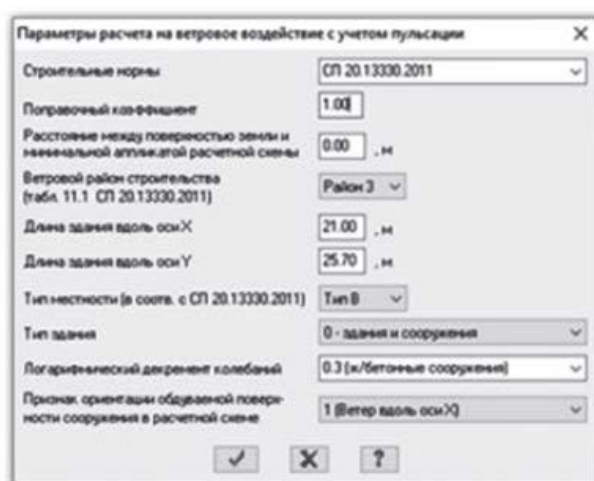
$$a_{c \max} = 0,08 \text{ м/с}^2,$$

где $a_{c \max}$ — сумма максимальных ускорений по всем основным формам колебаний.

Динамическая ветровая нагрузка формируется на основе исходных данных для расчета пульсационной составляющей ветровой нагрузки, включающих как основные характеристики (количество учитываемых форм колебаний, матрица масс), так и дополнительные параметры (ветровой район, габариты здания, тип местности, логарифмический декремент колебаний, направление ветра по отношению к обдуваемой поверхности) (рис.).



a



б

Исходные данные для расчета пульсационной составляющей ветровой нагрузки:

a — основные характеристики; *б* — дополнительные параметры расчета

При превышении допустимой нормативной величины максимального ускорения необходимо откорректировать конструктивную схему каркаса здания. Следует отметить, что регулирование динамических характеристик способом изменения жесткостных параметров элементов каркаса является неэффективным для зданий высотой до 75 м. В таких случаях необходимо варьировать расстановку диафрагм жесткости в соответствии с центром тяжести сооружения и использовать способ изменения расположения сосредоточенных масс [5].

Библиографический список

1. Временные рекомендации по назначению нагрузок и воздействий, действующих на многофункциональные высотные здания и комплексы в Москве : МДС 20-1.2006 / ФГУП НИЦ «Строительство». М. : ФГУП ЦПП, 2006. 27 с.

2. Динамический расчет объекта «Спортивно-оздоровительный комплекс» Технопарка РГСУ / Г. М. Кравченко, Е. В. Труфанова, Е. О. Шутенко и др. // Инженерный вестник Дона. 2015. № 4. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2015/3279/ (дата обращения: 10.12.2022).

3. Кадисов Г. М. Динамика и устойчивость сооружений. М. : АСВ, 2007. 272 с.

4. Масленников А. М. Основы динамики и устойчивости сооружений. М. : АСВ, 2000. 201 с.

5. Кравченко Г. М., Труфанова Е. В., Тронин Д. И. Строительство и архитектура // Исследование динамических характеристик каркаса здания методом конечных элементов. 2019. № 1. С. 39—44.

С. А. Сазонова, С. С. Рекунов

*Волгоградский государственный технический университет,
Волгоград, Российская Федерация*

ОСОБЕННОСТИ РАБОТЫ КОНСТРУКЦИЙ ЗДАНИЯ ПО ХРАНЕНИЮ И ПЕРЕРАБОТКЕ ЗЕРНА

Выполнен обзор исследований и нормативной документации по вопросам безаварийной эксплуатации объектов хранения и переработки зерна. Установлены виды и критические сочетания нагрузок, оказывающие наиболее неблагоприятное влияние на работу конструкций таких объектов. Выполнен численный расчет конструкций железобетонного здания на различные сочетания нагрузок. Описаны основные мероприятия по защите объектов хранения и переработки зерна от экстремальных воздействий.

Ключевые слова: объекты хранения и переработки зерна, промышленная безопасность, надежность, численный расчет.

Переработка урожая зерновых культур является одним из определяющих факторов сельскохозяйственного производства страны. При этом производные данной продукции (в частности, пыль) являются существенными рисками для сооружений, в которых осуществляется их хранение. В связи с этим вопрос о надежности эксплуатируемых и вновь возводимых зданий и сооружений объектов хранения и переработки зерна является актуальным.

В данном исследовании выполняется анализ работы монолитного железобетонного здания на возможные нагрузки и их сочетание.

Исследуемое здание представляет собой семиэтажное прямоугольное в плане здание, размерами в осях 18,0 × 96,6 м, разделенное деформационными швами на три температурных блока:

- 1) от 1-й до 12-й оси длиной 33 м в осях;
- 2) от 13-й до 21-й оси длиной 48 м в осях;
- 3) от 22-й до 26-й оси длиной 12 м в осях.

Устойчивость и пространственная неизменяемость каркаса здания в процессе эксплуатации обеспечивается совместной работой конструкций каркаса с устройством жестких узлов сопряжения монолитных железобетонных элементов каркаса и сплошных дисков перекрытия и покрытия.

Расчетная схема здания приведена на рис. 1.

В осях 1—12 колонны железобетонные монолитные, сечением 400 × 600 мм нижние этажи и 400 × 400 мм верхние этажи. Балки и плиты перекрытия железобетонные монолитные, балки жестко соединены с колоннами.

На балки перекрытия второго этажа между монолитными колоннами устанавливаются дополнительные стальные колонны из прокатных двутавров 40Ш1 для крепления силосов. Опирающие стальные колонны на балки предусмотрено шарнирным, на болтах.

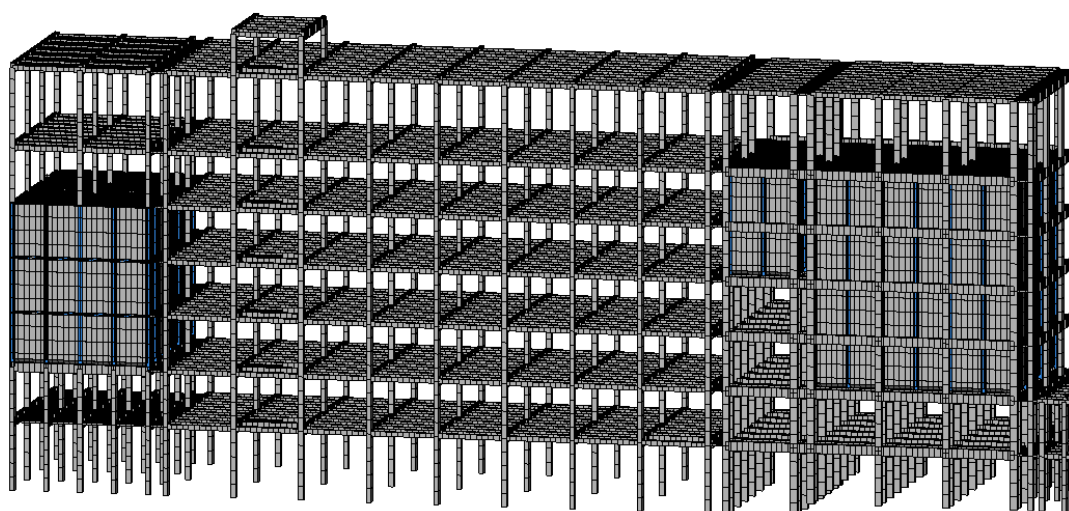


Рис. 1. Расчетная схема

С третьего по шестой этажи в осях 6—12 и пятого по шестой этажи в осях 3—5 расположены стальные призматические силосы для сыпучих материалов размером в осях 3×3 м. Крепление силосов по высоте происходит к стальным двутавровым балкам, расположенным в уровне перекрытий третьего, четвертого и пятого этажей. Силосы запроектированы из листовой оцинкованной стали с горизонтальными ребрами жесткости из профильной трубы квадратного сечения 200×200 мм с шагом 800 мм.

Запроектировано надсилосное перекрытие железобетонное монолитное по профилированному настилу в качестве несъемной опалубки по стальным двутавровым балкам.

По осям А и П в осях 1—2 и 8—10 запроектированы монолитные стены лестничной клетки толщиной 200 мм, которые являются вертикальными диафрагмами и совместно с монолитным перекрытием обеспечивают жесткость температурного блока в продольном и поперечном направлении.

Лестницы выполнены с железобетонными монолитными площадками и сборными лестничными маршами.

В осях 13—21 колонны железобетонные монолитные, сетка колонн 6×9 м. Главные балки перекрытия и покрытия пролетом 9 м, расположенные в поперечном направлении, жестко соединены с колоннами. Шаг рам 6 м. В продольном направлении запроектированы второстепенные балки перекрытия в соответствии с расположением технологического оборудования. Плиты перекрытия железобетонные монолитные, с большим количеством технологических отверстий, которые необходимо тщательно забетонировать после монтажа оборудования. Покрытие балочное железобетонное монолитное.

В осях 19—20/Ж-П запроектированы монолитные стены толщиной 200 мм (лестнично-лифтового блока), которые являются вертикальными диафрагмами и совместно с монолитным перекрытием обеспечивают жесткость температурного блока в продольном и поперечном направлении.

В осях 22—26 колонны железобетонные монолитные, сетка колонн 3×6 м с первого по пятый этажи. На 6-м и 7-м этажах сетка колонн 6×6 м. Колонны подсилосных (первый и второй) этажей сечением 400×600 мм и монолитные балки перекрытия пролетом 6 м (сечением 400×800 мм для первого этажа и 400×1000 мм для второго этажа) составляют поперечные железобетонные рамы, расположенные с шагом 3 м.

На балки перекрытия второго этажа между монолитными колоннами по основным координационным осям устанавливаются дополнительные стальные колонны из прокатных двутавров для крепления силосов. Опирающие стальные колонны на балки предусмотрено шарнирным.

С 3-го по 5-й этажи расположены стальные призматические силосы для сыпучих материалов размером в осях 3×3 м. Крепление силосов по высоте происходит к стальным двутавровым балкам, расположенным в уровне перекрытий третьего и четвертого этажей. Силосы запроектированы из листовой оцинкованной стали толщиной с горизонтальными ребрами жесткости из профильной трубы квадратного сечения.

Надсилосное перекрытие в уровне перекрытия пятого этажа железобетонное монолитное по профилированному настилу в качестве несъемной опалубки по стальным двутавровым балкам.

Надсилосные этажи (6-й и 7-й) с сеткой колонн 6×6 м. Перекрытие 6-го этажа и покрытие балочные монолитные. Балки пролетом 6 м по колоннам в двух направлениях. Соединение балок с колоннами жесткое в поперечном и продольном направлении. Балки перекрытия 6-го этажа сечением 400×800 мм, плита перекрытия 150 мм. Балки покрытия 7-го этажа сечением 400×600 мм, плита покрытия 150 мм.

Типы применяемых жесткостей в осях 1—22 приведены на рис. 2—4.

Кроме основных нормативных документов, регламентирующих требования к расчету конструкций сооружения [1], особое внимание следует обратить на регламенты промышленной безопасности.

Согласно [2] основную опасность для подобных типов производств представляет возможность взрыва и последующего пожара.

К объектам хранения и переработки зерна относятся складские помещения различного типа, элеваторы, мукомольные и комбикормовые предприятия. Они имеют различную форму собственности, вместимость, степень автоматизации процессов, различное количество обслуживающего персонала.

Как указывается в [3], основными причинами возникновения пожаров на элеваторах являются:

- 1) нарушение технологических процессов (нарушение температурных режимов сушки, перегрузка транспортеров и норий др.);
- 2) неисправность оборудования (неисправность вентиляторов, выход из строя подшипников);
- 3) нарушение правил пожарной безопасности персоналом предприятия (нарушение правил при выполнении огневых работ, нарушение режима курения);

- 4) нарушение требований электробезопасности (перегрузка электрооборудования, короткие замыкания, плохой контакт в соединениях);
- 5) самовозгорание зерна вследствие нарушения режима хранения.

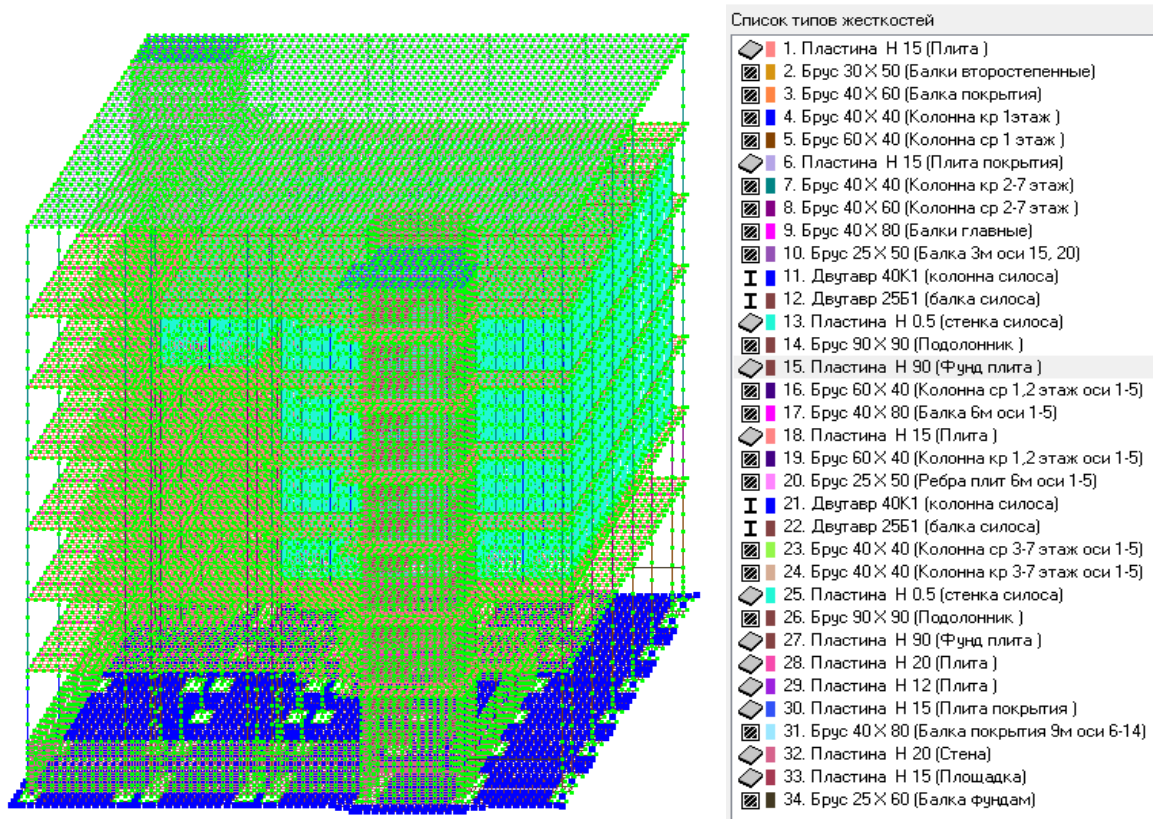


Рис. 2. Типы применяемых жесткостей в осях 1—12

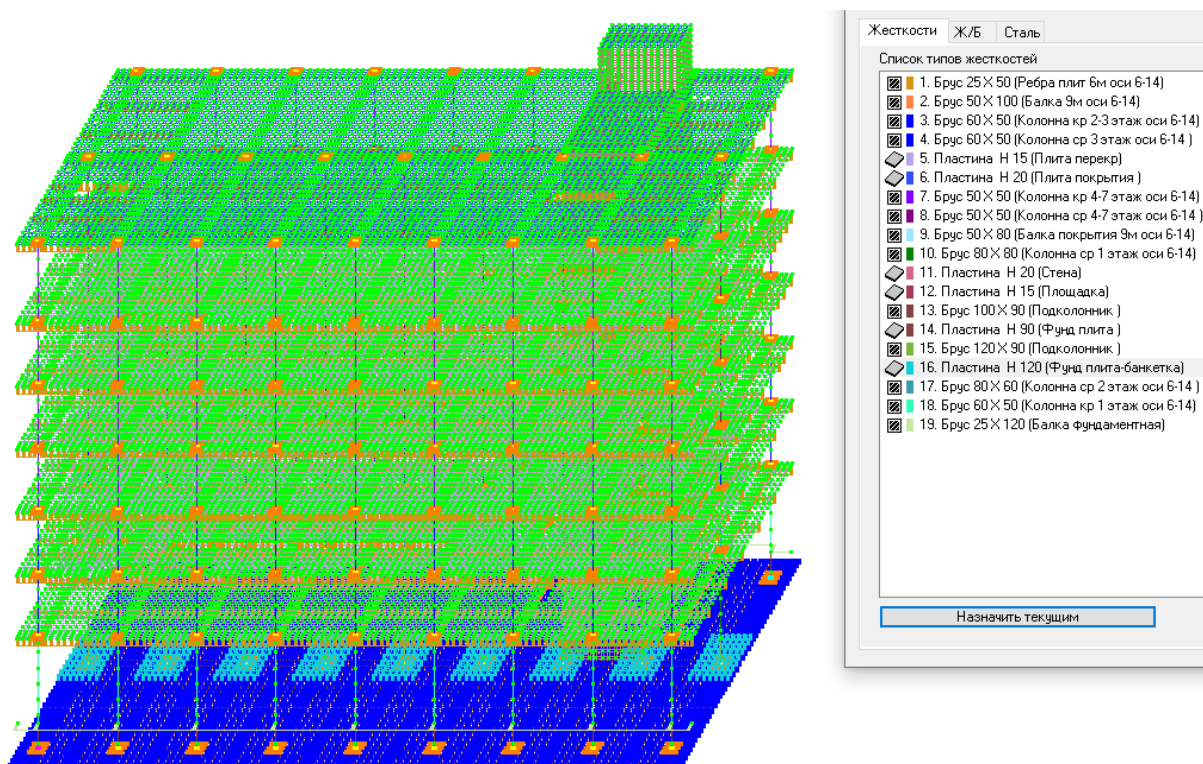


Рис. 3. Типы применяемых жесткостей в осях 13—21

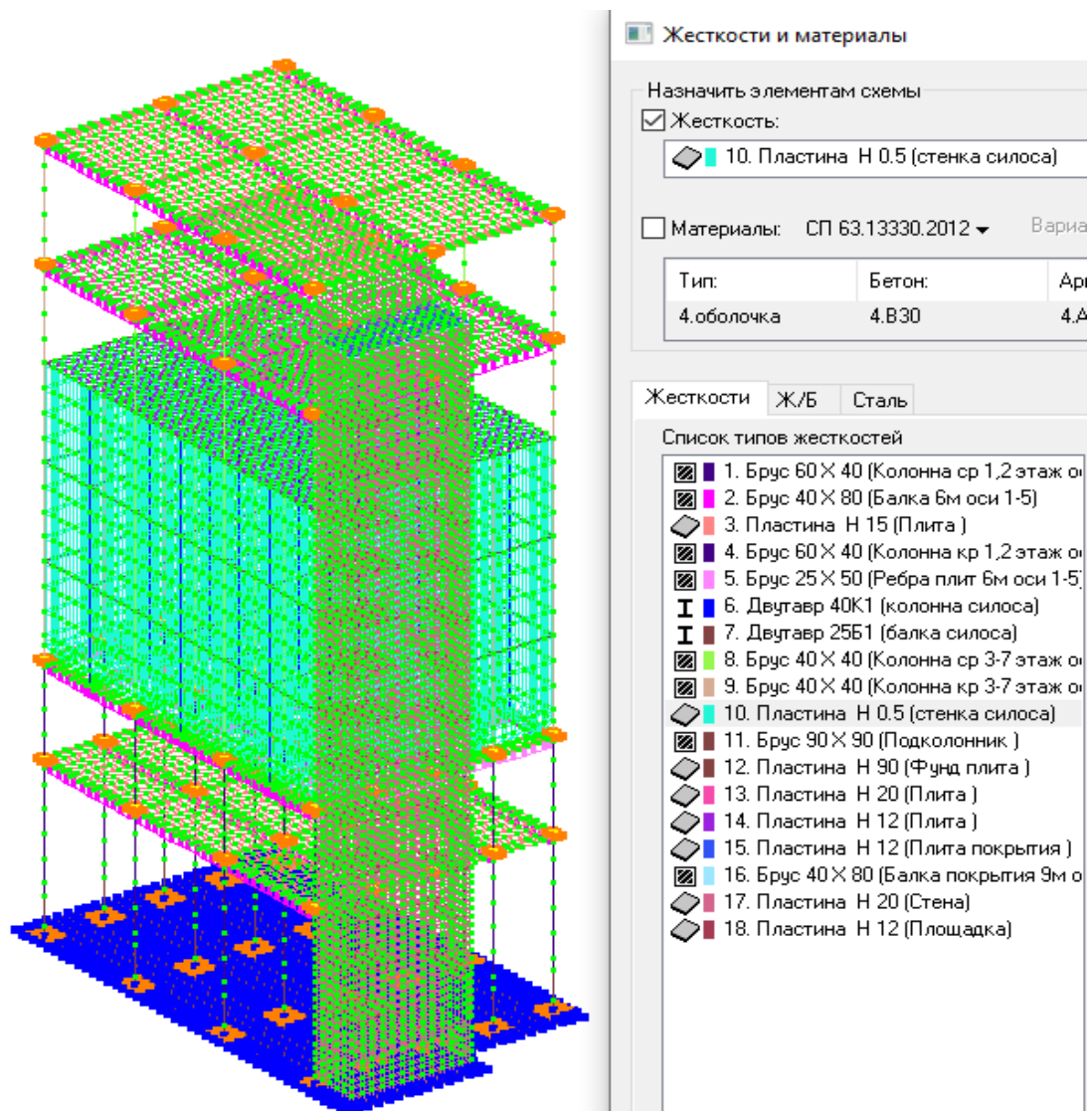


Рис. 4. Типы применяемых жесткостей в осях 22—26

В настоящее время основные требования по обеспечению пожарной безопасности объектов для хранения и переработки зерна представлены в следующих документах:

- 1) СП 108.13330.2012 «Предприятия, здания и сооружения по хранению и переработке зерна»;
- 2) Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности «Правила безопасности взрывопожароопасных производственных объектов хранения и переработки растительного сырья»;
- 3) Правила противопожарного режима в Российской Федерации;
- 4) ГОСТ 12.1.041—83 «Пожаровзрывобезопасность горючих пылей».

Взрывобезопасность объекта должна обеспечиваться исключением возможности взрыва пылевоздушных смесей растительного происхождения и предупреждением образования очагов самосогревания (самовозгорания) зерна, продуктов его переработки и комбикормового сырья, а в случае возникновения взрыва — предотвращением воздействия на людей опасных факторов взрыва и сохранением материальных ценностей.

Решение указанных задач обеспечивается реализацией мер взрывопреждения, взрывозащиты и организационно-техническими мероприятиями.

Взрывопреждение должно предусматривать:

1) исключение возможности возникновения источников зажигания (источников инициирования взрыва) в оборудовании и помещениях объектов применением магнитной защиты, реле контроля скорости, датчиков подпора, датчиков обрыва цепи, устройств контроля сбегания ленты, концевых выключателей, блокировок, автоблокировок и других технических средств, выполняющих аналогичные функции и (или) обеспечивающих блокировку, контроль и противоаварийную защиту;

2) установку производственной и аварийной сигнализации;

3) обеспечение заземления и зануления, применение средств защиты от статического электричества;

4) регламентацию огневых работ;

5) организацию планово-предупредительного ремонта;

6) регламентирующие условия хранения и соблюдение схемы размещения и правил хранения зерна, продуктов его переработки и комбикормового сырья, склонных к самосогреванию и самовозгоранию.

Взрывозащита должна предусматривать:

1) объемно-планировочные решения, компоновку и применение оборудования, предотвращающего распространение пламени и продуктов сгорания по технологическим линиям (шлюзовые затворы, питатели, дозаторы, винтовые конвейеры, порционные весы и другие технические устройства, выполняющие огнепреграждающие функции);

2) применение систем локализации взрыва в оборудовании (с использованием быстродействующих устройств, противопожарных и обратных клапанов, огнепреградителей, средств подачи в оборудование и (или) продуктопроводы инертных газов, флегматизирующих добавок или других технических средств, предотвращающих образование взрывоопасных пылевоздушных смесей или возможность их взрыва при наличии источника инициирования);

3) защиту оборудования и производственных помещений от разрушения при взрыве применением взрыворазрядителей и легкобрасываемых конструкций, а также использованием оборудования, рассчитанного на давление взрыва;

4) ограничение возможности распространения взрыва в соседние помещения и на лестничные клетки применением тамбур-шлюзов.

Расчет конструкций зданий хранения и переработки зерна должен выполняться с учетом всех возможных вариантов нагрузок и воздействий в наиболее неблагоприятных их сочетаниях. Запроектированные по результатам таких расчетов конструкции объектов хранения и переработки зерна при соблюдении обязательных мероприятий по их защите от различного рода воздействий обеспечивают эксплуатационную надежность самих объектов, защиту персонала и оборудования.

Библиографический список

1. Бетонные и железобетонные конструкции. Основные положения. Актуализированная редакция СНиП 52-01—2003 : СП 63.13330.2018. М. : ЦИТП Госстроя РФ, 2019.
2. Правила безопасности взрывопожароопасных производственных объектов хранения и переработки растительного сырья : приказ Ростехнадзора от 03.09.2020 № 331 / Министерство юстиции Российской Федерации.
3. *Миньков Н. А., Миньков Р. Ю.* Пожаровзрывобезопасность предприятий для хранения и переработки зерна // *Инновации. Наука. Образование.* 2021. № 35. С. 18—191.
4. Предприятия, здания и сооружения по хранению и переработке зерна : СП 108.13330.2012. М., 2012.
5. Ведомственные нормы технологического проектирования мельничных предприятий : ВНТП 03-89. М., 1991.
6. Технический регламент о требованиях пожарной безопасности : Федеральный закон от 22.07.2008 № 123-ФЗ. М., 2008.
7. Рекомендации по защите монолитных жилых зданий от прогрессирующего обрушения. М. : ГУП НИИАЦ, 2005.

О. О. Сиротенко, И. А. Засадченко, В. В. Габова

*Волгоградский государственный технический университет,
Волгоград, Российская Федерация*

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ВЗРЫВНОЙ ОПАСНОСТИ НА ОСНОВНЫЕ НЕСУЩИЕ КОНСТРУКЦИИ

Рассматриваются вопросы влияния взрывной опасности на несущие конструкции. Представлена характеристика основных несущих конструкций, подверженных взрывным нагрузкам. Рассмотрены основные уязвимые места после взрыва с ударной волной. Дано определение инициирующих пожароопасных ситуаций, событий и построение сценариев возникновения и развития пожаров, влекущих за собой гибель людей. Приведены примеры сценариев развития пожароопасных ситуаций с разгерметизацией топливных резервуаров.

Ключевые слова: взрывная опасность, ударная волна, несущие конструкции, взрывоустойчивость, характер повреждения, пожарные риски, топливные резервуары, топливный трубопровод, разгерметизация, пожароопасные ситуации.

При авариях на предприятиях со взрывоопасной и пожароопасной технологией, на складах и хранилищах, где хранятся взрывоопасные и пожароопасные вещества, вследствие истечения газообразных или сжиженных углеводородных продуктов и перемешивания их с воздухом образуются взрыво- и пожароопасные газовоздушные смеси (ГВС). Смеси горючих газов (метана, пропана, бутана и др.) с воздухом взрывоопасны при любой температуре окружающей среды. Смеси паров легковоспламеняющихся жидкостей с воздухом относятся к взрывоопасным, если температура вспышки их ниже или равна 45 °С.

Взрыв или воспламенение ГВС происходит при определенном содержании газа в воздухе (от нижнего концентрационного порога воспламенения до верхнего концентрационного порога воспламенения). Взрывоопасны также смеси горючих пылей с воздухом, имеющие порог воспламенения (НКПВ) ниже 15 г/м³ и менее взрывоопасны с НКПВ = 15...65 г/м³ [5].

При взрыве ГВС образуется очаг взрыва, создающий ударную волну, которая приводит к разрушению зданий, сооружений и оборудования аналогично тому, как это происходит от ударной волны ядерного взрыва.

Применение предохранительных конструкций (ПК) стало приемлемым для определения нагрузок, в пределах которых возможно снижение взрывного давления в здании. Также возникла необходимость в установлении пределов несущей способности основных конструкций зданий и сооружений со взрывоопасными производствами, для защиты от действия взрыва ГВС внутри помещений.

Рассмотрены следующие конструкции промышленных и гражданских зданий, для которых получены сведения о несущей способности при воздействии взрывных нагрузок:

- несущие кирпичные стены;
- бескаркасные крупнопанельные;
- с железобетонным и металлическим каркасами;
- подземные топливные резервуары.

В большинстве случаев каменные конструкции имеют многочисленные данные по поведению при взрывах в отличие от других строительных конструкций. Однако говорить о взрывозащите каменных конструкций можно только в том случае, если обеспечено надлежащее качество изготовления по проекту, с учетом их определенных особенностей. Отклонение от этих условий приводит к различным повреждениям не только при сильных взрывных нагрузках, но и при относительно слабых.

Анализ произошедших аварий показал, что наиболее уязвимые места в кирпичной кладке находятся по швам. Адгезионная прочность часто недостаточна для обеспечения сопротивления разрушению, сдвигу и большим растягивающим напряжениям. Таким образом, адгезия является одним из основных свойств, определяющих взрывоустойчивость каменной кладки. Поскольку одним из параметров, определяющих сцепление в кладке, является марка раствора, появляется возможность проводить классификацию кладки с указанием минимальной марки раствора, которая может обеспечить требуемую адгезию в этой кладке [1, 2].

Строительство из крупнопанельных конструкций занимает важное место в общем объеме промышленного строительства. До сих пор нам до конца неизвестно поведение крупнопанельных зданий при взрывах горючих смесей внутри зданий. Однако, исходя из нашего опыта проектирования, строительства, экспериментальных данных и функциональных возможностей крупных панелей, можно сделать вывод, что использование данных конструкций при строительстве зданий взрывоопасной промышленности вполне оправдано.

Качество крупных панелей должно соответствовать заводским условиям их изготовления, поэтому несомненно, при правильном конструктивном решении стыков, крупнопанельные стены обладают значительно более высокой и стабильной устойчивостью к сдвиговым и растягивающим напряжениям, чем стены ручной кладки.

Наличие расчетного или конструктивного армирования в разы повышает несущую способность крупнопанельных стен. Применение панелей для несущих стен обеспечивает понятные, четкие и выгодные, с позиции взрывоустойчивости, архитектурно-планировочные решения здания, отличающиеся симметричным расположением конструкций и частым размещением несущих стен. Последнее повышает надежность сборных покрытий, в качестве горизонтальных армирующих диафрагм в пространственных коробках зданий.

Ярким примером сопротивления взрывоустойчивости крупнопанельных зданий, в сравнении с кирпичными, являются результаты послевзрывных обследований конструкций. Если в здании с кирпичными стенами толщиной 510 мм при нагрузке, не превышающей 20 кПа, конструкции имели значительные разрушения, между тем как в крупнопанельных зданиях при нагрузке

до 30 кПа можно было наблюдать лишь в отдельных местах волосяные, по типу, усадочных, трещины вдоль монтажных швов.

Зависимость разрушающих нагрузок ΔP на кирпичные стены от их высоты $H_{ст}$ и толщины δ приведена на рис. 1.

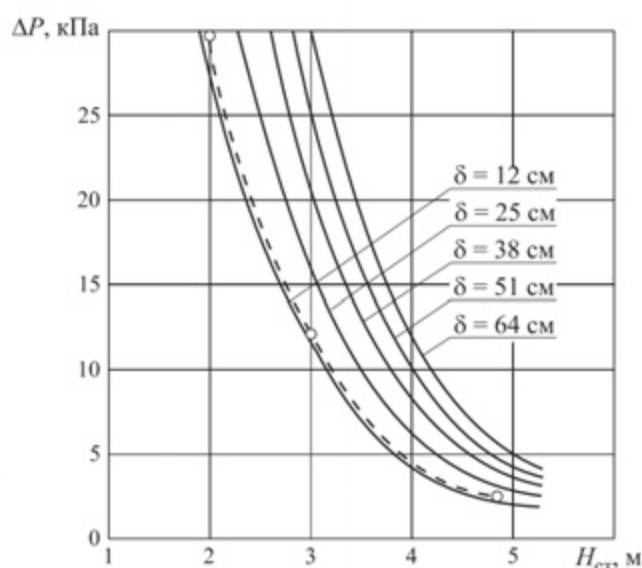


Рис. 1. Зависимость разрушающих нагрузок ΔP на кирпичные стены от их высоты $H_{ст}$ и толщины δ : ———— — расчетные данные; - - - - - опытные данные

Здания с несущим железобетонным и металлическим каркасом также широко используются в строительстве. Опыт эксплуатации зданий взрывоопасной промышленности показывает, что каркасные обладают высокой устойчивостью к взрывам. Это обеспечивается за счет надежного соединения отдельных элементов, образующих единую пространственную конструкцию.

Каркасная конструкция при правильном расчете и проектировании относится к категории наиболее взрывозащищенных.

Большинство промышленных зданий проектируется и строится каркасными с жесткими узлами из линейных элементов колонн и ригелей. В этих каркасах используются изделия, способные выдерживать горизонтальные нагрузки в 30 кПа и более.

Одной из причин взрывной опасности является пожар. Для построения множества сценариев возникновения и развития пожароопасных ситуаций, к примеру, на автомобильной газонаполнительной компрессорной станции (АГНКС) в соответствии с [12] был использован метод логических деревьев событий. Построение логических деревьев событий, лежащих в основе оценки пожарного риска для объекта, осуществлялось исходя из следующих предпосылок.

1. В качестве инициирующих пожароопасные ситуации и пожары на объекте рассматриваются следующие события:

- разгерметизация резервуаров с образованием пролива в обваловании;
- полное разрушение резервуаров с образованием пролива в обваловании и переливом части жидкости за пределы обвалования;

- разгерметизация или полное разрушение трубопроводов топлива в пределах обвалования с образованием пролива в обваловании;
- разгерметизация или полное разрушение трубопроводов топлива за пределами обвалования с образованием пролива на свободной поверхности;
- разгерметизация гибких соединений при проведении сливо-наливных операций на сливной площадке для автоцистерны с образованием пролива на свободной поверхности;
- разрыв линии подачи топлива из ТРК в автомобиле.

2. Принимается, что случаи разгерметизации резервуара, характеризующиеся его полным разрушением, относятся к квазимгновенному разрушению резервуара (распад резервуара на приблизительно равные по размеру части в течение секунд или долей секунд). Для этих случаев принимается, что происходит перелив части хранимого в резервуаре продукта через обвалование.

3. Реализация иницирующих пожароопасные ситуации событий, связанных с разгерметизацией резервуаров и трубопроводов, приводит к образованию пролива в пределах обвалования, а в случае полного разрушения резервуара также и к проливу вне обвалования.

4. Условные вероятности и последовательность событий при возникновении и развитии пожароопасных ситуаций, связанных с разгерметизацией технологического оборудования, приняты согласно прил. 3 пособия [13].

5. Воздействие на резервуары пожара-вспышки и взрыва паровоздушного облака с возможностью дальнейшей эскалации пожара не рассматриваются, поскольку зоны поражения от первичных пожаров (взрыв или пожар-вспышка) шире зон поражения от возможных вторичных пожаров.

Примеры сценариев развития пожароопасных ситуаций показаны на рис. 2—4 с разгерметизацией в 5 и 50 мм и разрушением.

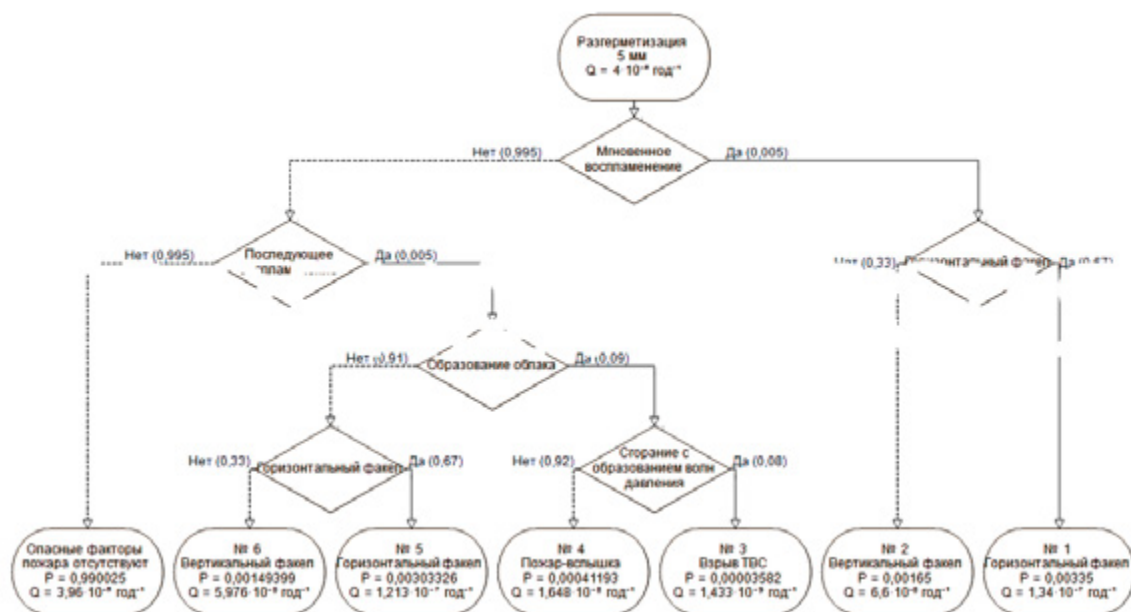


Рис. 2. Дерево сценариев при возникновении иницирующего события «Разгерметизация 5 мм»

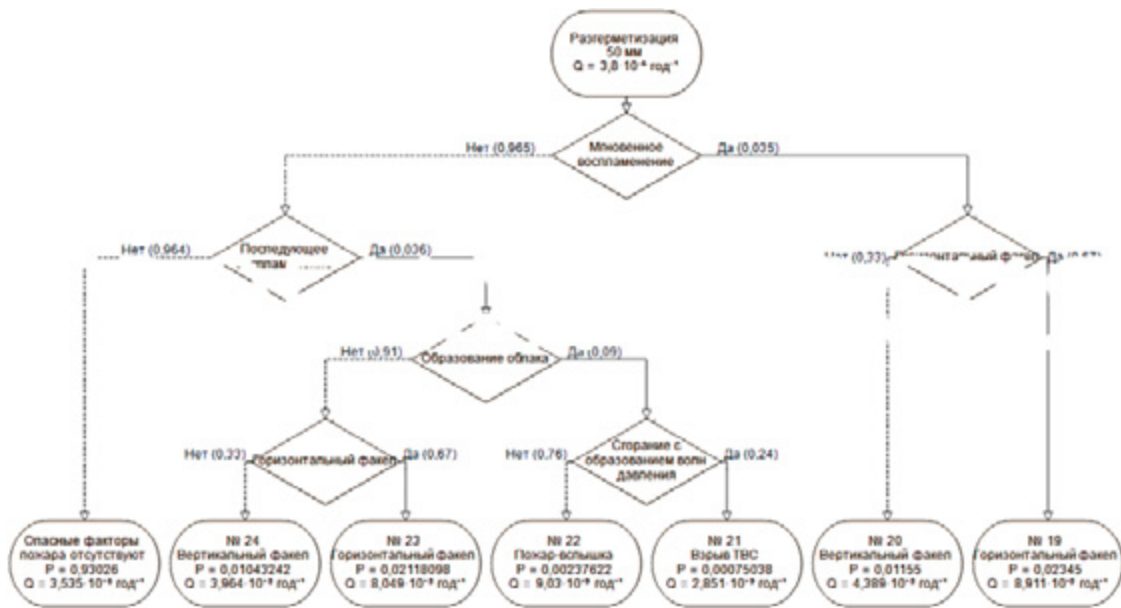


Рис. 3. Дерево сценариев при возникновении инициирующего события «Разгерметизация 50 мм»

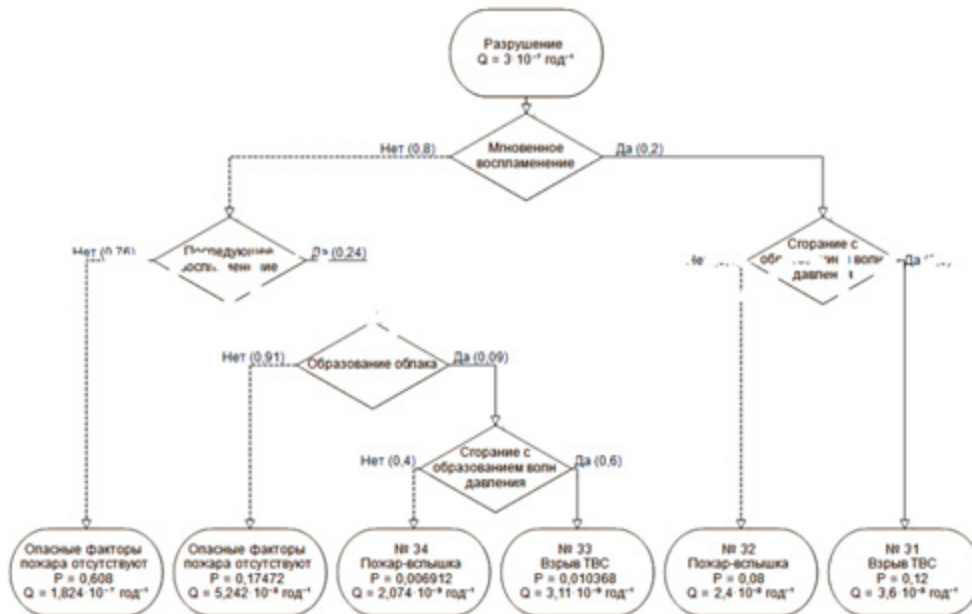


Рис. 4. Дерево сценариев при возникновении инициирующего события «Разрушение»

Перечень возможных пожароопасных ситуаций и сценариев их развития приведен в табл.

Известны следующие степени повреждений строительных конструкций: слабые, средние, повышенные, сильные и чрезвычайно сильные.

Слабые разрушения характеризуются тем, что основные строительные конструкции сохраняют свою целостность, но вызывают разрушение остекления, отрыв дверей и ворот, образование трещин на внутренних перегородках, незначительное повреждение технологического оборудования, вентиляционных коробов, сдвиг незакрепленного оборудования. Данный вид повреждения наблюдается при нагрузках до 3,5 кПа.

Перечень пожароопасных ситуаций и сценариев их развития

Номер сценария	Сценарий развития пожароопасной ситуации	Частота возникновения, год ⁻¹
Разгерметизация 5 мм		
1	Горизонтальный факел	$1,34 \cdot 10^{-7}$
2	Вертикальный факел	$6,6 \cdot 10^{-8}$
3	Взрыв ТВС	$1,433 \cdot 10^{-9}$
4	Пожар-вспышка	$1,648 \cdot 10^{-8}$
5	Горизонтальный факел	$1,213 \cdot 10^{-7}$
6	Вертикальный факел	$5,976 \cdot 10^{-8}$
Разгерметизация 50 мм		
1	Горизонтальный факел	$8,911 \cdot 10^{-8}$
2	Вертикальный факел	$4,389 \cdot 10^{-8}$
3	Взрыв ТВС	$2,851 \cdot 10^{-9}$
4	Пожар-вспышка	$9,03 \cdot 10^{-9}$
5	Горизонтальный факел	$8,049 \cdot 10^{-8}$
6	Вертикальный факел	$3,964 \cdot 10^{-8}$
Разрушение		
1	Взрыв ТВС	$3,6 \cdot 10^{-8}$
2	Пожар-вспышка	$2,4 \cdot 10^{-8}$
3	Взрыв ТВС	$3,11 \cdot 10^{-9}$
4	Пожар-вспышка	$2,074 \cdot 10^{-9}$

Разрушения средней и повышенной степени характеризуются частичным разрушением основных несущих строительных конструкций, плит покрытия, дверей, перекрытий, кровли и оборудования, образованием трещин в стенах из шлакоблоков, разрушением деревянных зданий. Эти повреждения вызываются нагрузкой до 12 кПа.

Сильные разрушения при нагрузках до 20 кПа характеризуются разрушением каменных конструкций зданий, возникновением остаточных деформаций в стальных конструкциях. Эксплуатация здания возможна после восстановительного ремонта.

Чрезвычайно сильные разрушения характеризуются разрушением железобетонных каркасов, выполненных без учета их повышенной несущей способности. В то же время здания из монолитного железобетона, железобетонные и стальные каркасные здания, рассчитанные на повышенную несущую способность, спокойно выдерживают нагрузки до 30 кПа без заметных повреждений.

Библиографический список

1. Попов Н. Н., Расторгуев Б. С. Вопросы расчета и конструирования специальных сооружений. М. : Стройиздат, 1980. 190 с.
2. Попов Н. Н., Расторгуев Б. С. Расчет железобетонных конструкций на действие кратковременных динамических нагрузок. М. : Стройиздат, 1964. 152 с.
3. Савич П. Л. Динамика взрывных волн. Ч. 1—2. М. : Военно-инженерная академия Красной армии им. В. В. Куйбышева, 1941. 208 с.

4. Садовский М. А. Опытные исследования механического действия ударной волны взрыва. М.-Л. : Изд-во АН СССР, 1945. 44 с.
5. Газодинамика горения газовоздушной смеси в полузамкнутом объеме при сбросе давления в незагазованный смежный объем / Н. А. Стрельчук, А. В. Мишуев, А. Г. Никитин и др. // Физика горения и взрыва. 1984. № 1. С. 65—69.
6. Когарко С. М., Адушкин В. В., Лямин А. Г. Исследование сферической детонации газовых смесей // Научно-технические проблемы горения и взрыва. 1965. № 2. С. 22—34.
7. Sharovarnikov A. F., Korolchenko D. A. Fighting fires of carbon dioxide in the closed buildings // Applied Mechanics and Materials. 2013. Vol. 475—476. P. 1344—1350. DOI: 10.4028/www.scientific.net/amm.475-476.1344.
8. Корольченко Д. А., Шароварников А. Ф. Тушение пламени огнетушащими порошками и аэрозольными составами // Пожаровзрывобезопасность. 2014. Т. 23. № 8. С. 63—68.
9. Расчет и проектирование предохранительных конструкций. Объекты гражданской обороны. Защитные сооружения : сб. научн. тр. / В. А. Горев, Л. П. Пилюгин и др. М. : ЦНИИПромзданий, 1991. № 5.
10. Орлов Г. Г., Корольченко Д. А. Анализ причин взрывов горючих смесей внутри производственных зданий // Научное обозрение. 2015. № 12. С. 119—123.
11. Орлов Г. Г., Корольченко Д. А., Корольченко А. Я. Экономическая оценка эффективности применения предохранительных конструкций для обеспечения взрывоустойчивости зданий и сооружений // Пожаровзрывобезопасность. 2015. Т. 24. № 6. С. 51—57.
12. Методика определения расчетных величин пожарного риска на производственных объектах : приказ МЧС России от 10.07.2009 № 404, с изм., утв. приказом МЧС России от 14.12.2010 № 649.
13. Пособие по определению расчетных величин пожарного риска для производственных объектов / Д. М. Гордиенко, А. Ю. Лагозин и др. 2-е изд., испр. и доп. М. : ВНИИПО, 2019. 344 с.

И. В. Федосюк, С. С. Рекунов

*Волгоградский государственный технический университет,
Волгоград, Российская Федерация*

РАЗРАБОТКА ПРОЕКТНЫХ РЕШЕНИЙ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЙ ПРИ ОСОБЫХ ВОЗДЕЙСТВИЯХ

Рассмотрена проблематика обеспечения безопасности гидротехнических сооружений при особых воздействиях различного характера: техногенных, экстремальных природных, противоправных посягательствах. В результате анализа нормативной документации и литературных источников выявлены особенности работ по повышению эксплуатационной безопасности гидроузлов. Предложено решение по проектированию административного здания с защитным сооружением.

Ключевые слова: гидроузел, экстремальные воздействия, защитное сооружение.

В Российской Федерации расположено более 330 судоходных гидротехнических сооружений (далее — СГТС), отнесенных к критически важным объектам Российской Федерации, которые подлежат декларированию безопасности в соответствии с Федеральным законом от 21 июля 1997 года № 117-ФЗ «О безопасности гидротехнических сооружений», в число которых входят 108 шлюзов, 1 судоподъемник, 11 гидроэлектростанций, 8 насосных станций, напорные дамбы и плотины, судоходные каналы и другие сооружения. СГТС, в соответствии с Федеральным законом от 07.03.2001 № 24-ФЗ «Кодекс внутреннего водного транспорта Российской Федерации», отнесены к федеральной собственности и являются объектами инфраструктуры внутренних водных путей Российской Федерации. СГТС состоят на балансе и находятся в оперативном управлении десяти администраций бассейнов внутренних водных путей, обеспечивают устойчивость напорных фронтов водохранилищ, безопасный пропуск судов, санитарное обводнение рек, промышленное и питьевое водоснабжение, орошение и выработку электроэнергии. СГТС — сложные уникальные объекты, рассчитанные на длительную эксплуатацию [3].

Анализ технического состояния большинства гидроузлов [4] показывает недостаточную степень защиты от техногенных аварий, стихийных бедствий «и, тем более, от противоправных действий экстремально настроенных лиц».

Результаты отдельных исследований [5—9] свидетельствуют о том, что международный терроризм с высокой вероятностью может сосредоточить свою диверсионную деятельность на более доступных морских целях (объектах) — коммерческих водных коммуникациях, транспортных и пассажирских судах, морских портах. К основным преступлениям террористического характера, представляющим угрозу безопасному функционированию объектов

водного транспортного комплекса России [5], можно отнести террористические акты, захват заложников, захват и угон судов (стационарных платформ), а также пиратские действия.

В работах [5, 9] выполнен анализ статистических данных, используемых для оценки вероятности террористических актов на гидротехнических сооружениях, в результате которого сделан вывод о том, что для крупных гидротехнических сооружений необходимо оценивать риск и вероятность террористических актов.

В работе [10] отмечено, что морские порты, нефтяные и топливные терминалы являются наиболее уязвимыми с точки зрения совершения терактов, масштабов последствий и низкой защищенности со стороны моря. Объекты топливно-энергетического комплекса (далее — ТЭК), в том числе газовой отрасли, из-за своей социальной и экономической значимости, а также по причине повышенной взрыво- и пожароопасности относятся к наиболее уязвимым для всякого рода террористических проявлений. Состояние охраны таких объектов не соответствует реально существующим угрозам национальной безопасности в сфере государственной и общественной безопасности страны.

Оценка уязвимости охраняемых портовых средств и морских портов, находящихся на территории Российской Федерации, показывает, что защищенность большинства этих объектов находится на приемлемом уровне, если рассматривать их со стороны берега. Однако со стороны акваторий наблюдается угрожающий недостаток систем охраны и безопасности [10].

Между тем проведенные в последнее время проверки гидротехнических объектов показали, что состояние инженерно-технических средств охраны не обеспечивает в полной мере надлежащего контроля и защиты данных объектов [4].

Согласно п. 2 Постановления РФ от 26 ноября 2007 г. № 804 [11], подготовка к ведению гражданской обороны (далее — ГО) заключается в заблаговременном выполнении мероприятий по подготовке к защите населения, что влечет за собой необходимость присвоения категории по ГО объекту капитального строительства.

Современную оценку величины риска аварий, согласно [12], рекомендуется определять, как произведение вероятности аварийного события и величины ущерба от аварии. Методы и материалы расчеты изложены в статье «Методика определения риска аварий в судоходных шлюзах», которая была написана в 2018 г. [13].

Судоходные шлюзы (гидроузлы) (далее — ГУ) относятся к различным классам опасности. ГУ попадают в зону возможных противоправных посягательств и находятся в зоне светомаскировки (п. 3.15 [14] и п. 10 [15]).

При разработке проектной документации объектов капитального строительства, согласно Постановлению № 87 РФ [16], в части гражданской обороны, необходимо руководствоваться п. 6.5 [15], а именно необходимо осуществить оценку риска чрезвычайных ситуаций, обусловленных авариями на объекте.

В большинстве случаев в границах объекта ГУ находятся автодороги (федерального, регионального, местного назначения), которые предполагают возможные риски, такие как аварии автотранспорта, осуществляющего транспортировку опасных грузов, теракт (диверсия) в местах стоянок (остановок) автотранспорта.

Согласно исходным данным МЧС России для разработки проектной документации на объектах капитального строительства необходимо обеспечивать укрытие персонала в защитных сооружениях гражданской обороны (Постановление Правительства Российской Федерации от 29 ноября 1999 года № 1309 «О порядке создания убежищ и иных объектов гражданской обороны» [17], которое было введено впервые в 1999 году).

Исходные данные должны содержать ориентировочно следующую информацию [18]:

- численность укрываемых;
- место расположения;
- геологические условия в основании здания (грунты, уровень грунтовых вод, глубина промерзания);
- генеральный план участка местности (схема), на котором показывается здание с подвалом и близлежащие здания, улицы и дороги, по которым возможна эвакуация укрываемых;
- общая характеристика здания с подвалом (цокольным этажом), условия его расположения в городской застройке, количество зданий и сооружений, их высота и плотность застройки;
- объемно-планировочное и конструктивное решение подвала (цокольного этажа) и вышележащего этажа с описанием строительных конструкций и их материалов;
- план и разрезы подвала (цокольного этажа) с обозначением мест размещения стационарного и передвижного тяжелого технологического оборудования и прокладки инженерных коммуникаций здания, экспликация помещений с наименованием по их функциональному назначению и размерами площадей;
- заделка не требуемых по условиям эксплуатации укрытия в мирное время проемов и отверстий в ограждающих конструкциях.

Для повышения безопасности персонала ГУ предлагается рассмотреть возможность строительства нового административного здания, совмещенного с защитным сооружением для обеспечения персонала хозяйственно-бытовыми нуждами и его защиты.

В соответствии с [19] защитное сооружение — это инженерное сооружение, предназначенное для укрытия людей, техники и имущества от опасностей, возникающих в результате последствий аварий или катастроф на потенциально опасных объектах, либо стихийных бедствий в районах размещения этих объектов, а также от воздействия современных средств поражения.

В целях решения задачи укрытия рабочего персонала в защитных сооружениях самое важное место занимает обеспечение его защитными сооружениями, так как надежная защита не может быть выполнена при их недостатке.

Инженерная защита территорий ГУ особенно важна и должна осуществляться в районах возможных чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера. Как правило, на предварительном этапе подготовки территорий необходимы исследования динамических характеристик грунтов основания, конструкций и условий их взаимодействия [22].

При строительстве гидротехнических сооружений особо мало внимания было уделено обеспечению максимальных условий для бытовых нужд [ст. 22 [20].

Для защиты рабочего персонала от воздействия поражающих факторов предлагается строительство на территории ГУ административного здания, обеспечивающего наличие помещений для хозяйственно-бытовых нужд и имеющего встроенное защитное сооружение, которое в мирное время возможно использовать для бытовых нужд, а в случае противоправных посягательств — для защиты рабочего персонала.

Защитное сооружение размещается на охраняемой территории ГУ. Вновь строящееся защитное сооружение размещается в подвальном этаже здания административного назначения.

Защитное сооружение заглубляется на определенную глубину, согласно произведенным расчетам по [15] и [21].

Внутренний объем защитного сооружения предлагается разделить на два отсека диафрагмой жесткости из монолитного железобетона. В каждом из двух отсеков предлагается разместить:

- 1) основное помещение — помещение для укрываемого персонала, помещение для загрязненной одежды, коридор;
- 2) вспомогательные помещения — санузлы с местом для хранения выносной тары и помещение для хранения емкостей питьевой воды, служебное помещение.

Кроме основных и вспомогательных помещений в защитном сооружении предлагается предусмотреть: аварийный выход, эвакуационный лестничный спуск (подъем), воздухозаборная и вытяжная шахты.

Эвакуация обслуживающего персонала из защитного сооружения должна быть через эвакуационный выход, по лестнице с уклоном на уровень земли. На случай завала эвакуационного выхода должен быть предусмотрен аварийный выход с защитным оголовком.

Габариты помещений назначаются минимальными, обеспечивающими соблюдение требований по эффективному использованию указанных помещений в мирное время и защитных сооружений в случае противоправных посягательств.

Подводя итоги данного исследования, можно сделать вывод, что предложенное решение строительства нового административного здания с защитным сооружением на территории ГУ позволит повысить безопасность

гидротехнических сооружений от техногенных и экстремальных природных воздействий, а также противоправных посягательств, что повысит безопасность рабочего и обслуживающего персонала. При этом административное здание обеспечит персонал новыми помещениями, предназначенными для бытовых нужд.

Библиографический список

1. О безопасности гидротехнических сооружений : Федеральный закон от 21.07.1997 № 117-ФЗ (ред. от 11.06.2021) // Собрание законодательства РФ. 28.07.1997. № 20. Ст. 3589.
2. Кодекс внутреннего водного транспорта Российской Федерации : Федеральный закон от 07.03.2001 № 24-ФЗ (ред. от 02.07.2021) // Собрание законодательства РФ. 12.03.2001. № 11. Ст. 1001.
3. Министерство транспорта Российской Федерации Федеральное агентство морского и речного транспорта (Росморречфлот). [Электронный ресурс]. URL: <https://morflot.gov.ru> (дата обращения: 20.12.2021).
4. Гордеев С. Объекты особого риска. Оценка диверсионно-террористической уязвимости судоходных гидротехнических сооружений // Безопасность. Достоверность. Информация. 2007. № 70. С. 10—12.
5. Марков С. Н. Терроризм на море — угроза национальной безопасности России // Обозреватель-Observer. 2011. № 4. С. 32—41.
6. Ромашев Ю. С., Корбут Л. В. Основы борьбы с актами терроризма и пиратства на море : науч.-исслед. работа. М., 2002.
7. Штейнберг М. Взрыв на платформе Deepwater Horizon: авария или диверсия [Электронный ресурс]. URL: <http://www.chayka.org/node/2823> (дата обращения: 20.12.2021).
8. Щербаков Г. Н., Шлыков Ю. А., Бровин А. Н. Защита важных объектов от подводного терроризма // Специальная техника. 2008. № 2 [Электронный ресурс]. URL: <http://www.bnti.ru/aprintit.asp?aid=966> (дата обращения: 20.12.2021).
9. Каякин В. В. Оценка вероятности и риска террористических актов на гидротехнических сооружениях // Гидротехническое строительство. 2009. № 4. С. 15—18.
10. Кобелев Д. Н. Актуальные вопросы обеспечения антитеррористической защищенности морских портов // Вестник Краснодарского университета МВД России. 2016. № 2 (32). С. 177—187.
11. Об утверждении положения о гражданской обороне в Российской Федерации : Постановление Правительства РФ от 26 ноября 2007 г. № 804 (ред. от 30.09.2019) // Собрание законодательства РФ. 03.12.2007. № 49. Ст. 6165.
12. Организационно-технические основы безопасности судов и портовых средств /А. В. Кириченко, С. В. Латухов, В. А. Никитин [и др.]. СПб. : ФГБОУ ВПО «Государственный университет морского и речного флота им. адмирала С. О. Макарова», 2014. 368 с.
13. Колосов М. А., Эйрус А. А., Жигновская Д. В. Методика определения риска аварий в судоходных шлюзах // Вестник Государственного университета морского и речного флота имени адмирала С. О. Макарова. 2018. Т. 10. № 3. С. 555—564.
14. Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Порядок разработки перечня мероприятий по гражданской обороне, мероприятий по предупреждению чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера при проектировании объектов капитального строительства : ГОСТ Р 55201-2012. М. : Стандартинформ, 2013. 39 с.
15. Инженерно-технические мероприятия по гражданской обороне : СП 165.1325800.2014.

16. О составе разделов проектной документации и требованиях к их содержанию : Постановление Правительства РФ от 16.02.2008 № 87 (ред. от 15.07.2021) // Собрание законодательства РФ. 25.02.2008. № 8. Ст. 744.

17. О порядке создания убежищ и иных объектов гражданской обороны : Постановление Правительства РФ от 29.11.1999 № 1309 (ред. от 30.10.2019) // Собрание законодательства РФ. 06.12.1999. № 49. Ст. 6000.

18. Руководство по проектированию новых и приспособлению существующих зданий и сооружений под укрытия : метод. пособ. М., 2017.

19. Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Термины и определения основных понятий [Текст] : ГОСТ Р 22.0.02—94. М. : Госстандарт, 1994. 21 с.

20. Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 № 197-ФЗ (ред. от 22.11.2021) // Собрание законодательства РФ. 07.01.2002. № 1 (ч. 1), ст. 3.

21. Защитные сооружения гражданской обороны : СП 88.13330.2014.

22. Применение слоистой модели к расчетам динамических характеристик зданий при сейсмических воздействиях / В. А. Пшеничкина, С. С. Рекунов, С. Ю. Иванов [и др.] // Вестн. Волгогр. гос. архитектур.-строит. ун-та. Сер.: Стр-во и архитектура. 2022. № 1(86). С. 43—56.

М. Чанчан, С. Хамиси

*Волгоградский государственный технический университет,
Волгоград, Российская Федерация*

СРАВНИТЕЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ СЕЙСМИЧЕСКИХ НАГРУЗОК ЗДАНИЙ С АСИММЕТРИЯМИ В ПЛАНЕ

Основной целью данного исследования является оценка распределения поперечных сил в строительных конструкциях с асимметрией в плане, подверженных действию сейсмических сил, которые могут вызывать одновременные поступательные и крутильные деформации. С этой целью проведен расчет на основе эквивалентного статического метода кода землетрясения в Алжире RPA 99 (версия 2003 г.) и спектрального модального анализа для здания с несимметричным расположением масс в плане. Сравнение результатов, полученных этими двумя методами, позволяет выделить разницу в распределении сил сдвига в конструкциях этого типа.

Ключевые слова: сила сдвига, эквивалентный статический метод, спектральный модальный анализ, код землетрясений.

Здания с неравномерно распределенными в плане конструктивными элементами обладают меньшей устойчивостью к землетрясениям по сравнению со зданиями с равномерным распределением их конструктивных элементов в плане. Такое низкое сопротивление более или менее сильным землетрясениям в основном связано с неравномерным распределением масс и жесткости здания в его горизонтальной плоскости. В этом случае центры тяжести и жесткости перекрытий находятся достаточно далеко друг от друга, что создает дополнительные силы во время землетрясения из-за эффекта кручения. Поэтому целью настоящего исследования является более подробный анализ распределения сейсмических нагрузок для этой категории зданий с использованием эквивалентного статического метода алжирского кода землетрясений RPA 99 (версия 2003 г.) и модального спектрального анализа, установленного этим же кодом. Исследование проводится с учетом того, что сейсмические нагрузки перпендикулярны плоскости неоднородностей, что может вызвать как крутильные, так и поступательные деформации. Сейсмический кодекс RPA не устанавливает никаких ограничений на использование эквивалентного статического метода при определении сейсмических нагрузок для этого типа зданий. С другой стороны, он рекомендует учитывать на каждом уровне эксцентриситет относительно центра кручения, чтобы избежать эффекта кручения. В последние годы было опубликовано несколько исследований, посвященных нормативным требованиям к нормам землетрясений и сейсмическому поведению нерегулярных конструкций, подверженных кручению [1].

Цель данной работы — представить сравнительное исследование распределения сейсмических нагрузок в конструкциях зданий, содержащих систему связей, расположенных неравномерно в плоскости, подвергнутых сейсмической нагрузке, перпендикулярной плоскости неоднородностей. Для исследования использовался спектральный модальный анализ и эквивалентный статический метод. Сравняются результаты двух методов и обсуждаются причины различий.

Описание конструктивной системы здания

Рассматривается состоящее из шести этажей и трех пролетов здание, которое поддерживается железобетонной несущей системой «колонна — балка» (самостабильная система) (рис. 1). Несмотря на регулярный профиль и симметрию элементов конструкции относительно вертикальной плоскости OXZ , здание все же имеет асимметрию в плоскости сопротивления по отношению к вертикальной плоскости OYZ . Асимметрия в основном связана с размерами полюса 3-го и 4-го рядов, которые больше, чем у полюса 1-го и 4-го рядов.

Этот факт может подвергнуть здание действию кручения в направлении OY . Геометрические характеристики колонн и балок указаны в табл. 1. Данное здание выбрано для более подробной оценки распределения сейсмической нагрузки с использованием двух методов, упомянутых ранее, чтобы показать различия, которые могут существовать между статическими и динамическими воздействиями с точки зрения поперечных сил, и объяснения причин этих различий. Оба этих метода разрешены сейсмическими нормативами для данного типа зданий, поскольку они не имеют видимой неравномерности в соответствии с их планом.

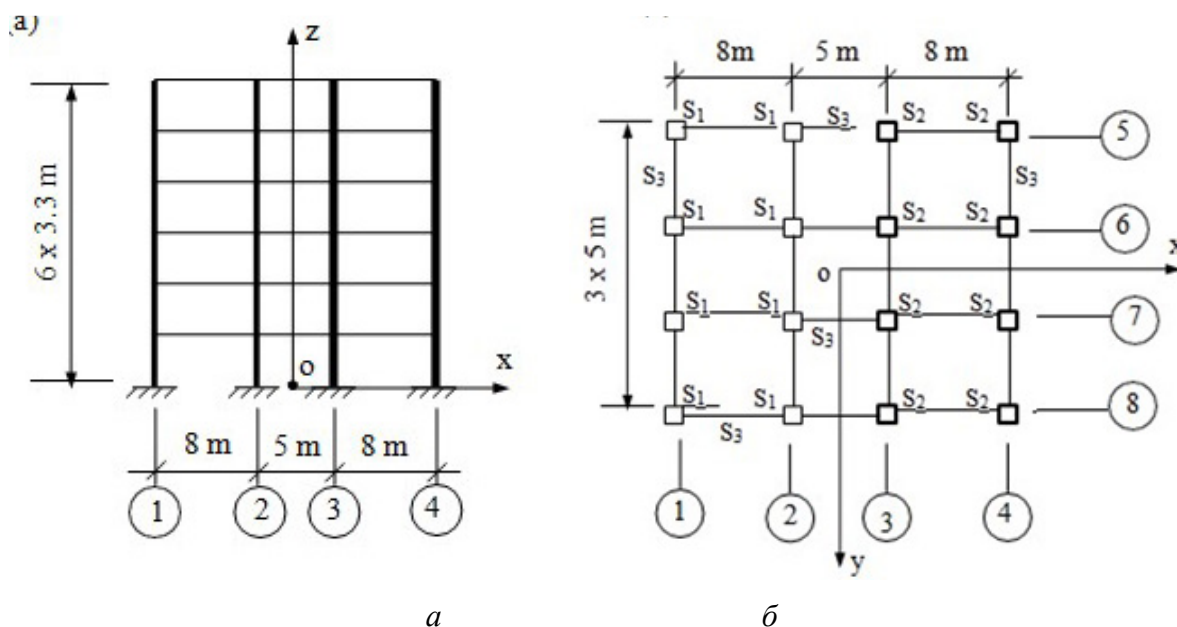


Рис. 1. Вид здания: *a* — в разрезе; *б* — в плане

Таблица 1

Геометрические и механические характеристики строительных элементов

Размеры столба, см		Размеры балки, см	Высота этажа h , м	Вес пола, кН/м ²	Плотность материала (ЖБ) ρ , кН/м ³
ряд 1 и 2	ряд 3 и 4	все ряды	3,30	Постоянная нагрузка $G = 5,85$ Временные нагрузки $Q = 2,50$	25,0
S_1	S_2	S_3			
45 × 45	65 × 65	40 × 60			

Код RPA предоставляет спектр отклика, который оценивает сейсмические силы для каждого режима колебания. Затем эти силы объединяются для получения суммарного отклика конструкции. Четыре математических формулы, которые управляют этим спектром вычислений, являются функциями нескольких параметров: коэффициент сейсмического ускорения (A), коэффициент качества (Q), коэффициент поведения (R), критический процент затухания (ξ), а также характерные периоды колебаний здания (T_1 , T_2). Для здания, рассматриваемого в данном исследовании, эти параметры сведены в табл. 2. Использование спектра отклика возможно только после модального анализа, результатом которого являются собственные частоты и собственные формы колебаний конструкции [1, 3].

Таблица 2

Значения параметров

A	Q	R	ξ , %	T_1 , с	T_2 , с	D	W , kN	η	β	C_T	T , с
0,15	1,35	3,50	5,00	0,15	0,40	2,50	17395,0	1,0	0,20	0,05	0,12

Согласно кодексу RPA, общая сейсмическая сила, приложенная к основанию конструкции, математически выражается функцией тех же параметров A , Q и R , упомянутых выше, а также общим весом конструкции W и средним коэффициентом динамичности D . Значения двух последних параметров также содержатся в табл. 2. Параметр D является функцией категории объекта, поправочного коэффициента демпфирования η и основного периода T . Вес W равен сумме весов всех уровней здания, включая как постоянные нагрузки, так и долю β временных нагрузок [1].

Распределение нагрузки в здании

Программа расчета ROBOT применяется для проведения модального анализа с целью определения частот и собственных форм колебаний конструкции, далее на основе этих результатов и расчетов выполняется расчет сейсмических сил, обеспечиваемый кодом RPA, с учетом спектра реакции. Кроме того, амплитуда спектра отклика регулируется таким образом, чтобы поперечная сила в основании, полученная динамическим методом, была равна силе, полученной по эмпирической формуле, приведенной в коде RPA.

Под действием сейсмических сил в направлении OY здание подвергается, помимо поступательного, вращательному движению, и в этом случае имеем дело со сложным режимом колебаний. Каждый режим колебаний представляет собой комбинацию как кручения, так и перемещения в направлении OY . Кручение и поступательное движение создают соответственно крутящие моменты и поперечные силы в перекрытиях зданий [2].

Анализ и обсуждение результатов

Первые две формы колебаний и соответствующие им периоды показаны соответственно на рис. 2. Распределение поперечных сил четырех колонн в соответствии с направлением OY показано на рис. 3. Поперечные силы, создаваемые одновременно поперечными и крутильными колебаниями, представлены отдельно. Затем эти силы объединяются, чтобы получить общий отклик с точки зрения распределения поперечной силы.

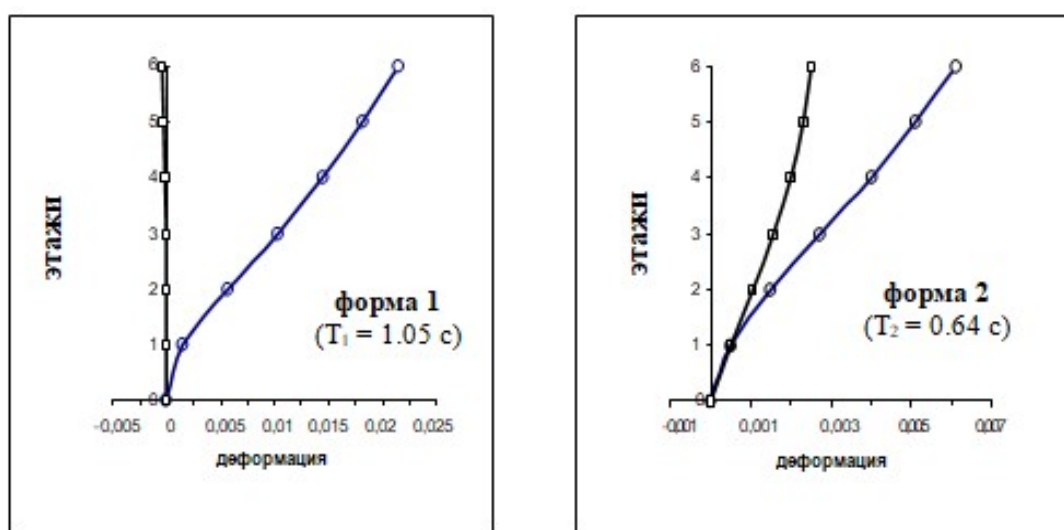


Рис. 2. Режимы и периоды колебания здания:

□ — вращение; ○ — перемещение

На рисунке 2 показаны вращательное и поступательное движения. В режиме 1 — поступательное движение по оси Y (длина $OY = 21$ м), в режиме 2 вибрации — поступательное движение по двум осям (x и y), для этого было еще и вращательное движение (ротация)(□).

На рисунке 3 показано создание поперечной силы за счет поступательного и вращательного движений и суммарного (вращения плюс поступательное) в 4 портиках в зависимости от высоты (этажи). Перерезывающая сила была максимальной на уровне 0, т. е. на уровне фундаментов. Поперечные силы в портиках 1 и 4 велики, потому что данные портики являются концевыми.

Следует отметить, что в режиме первой формы колебаний, с точки зрения комбинации, сдвигающие силы от вращения и поступательного движения добавляются в колонны 1 и 2, с другой стороны, они воздействуют на колонны 3 и 4. Под действием боковых сил колонна 1 испытывает силу сдвига у основания, равную 530 кН, и силу от скручивания, равную 160 кН.

Таким образом, суммарная сила сдвига в основании равна 690 кН. Сила сдвига в основании в соответствии с первой формой, обусловленная поперечными силами, составляет 77 % от общей силы сдвига в основании.

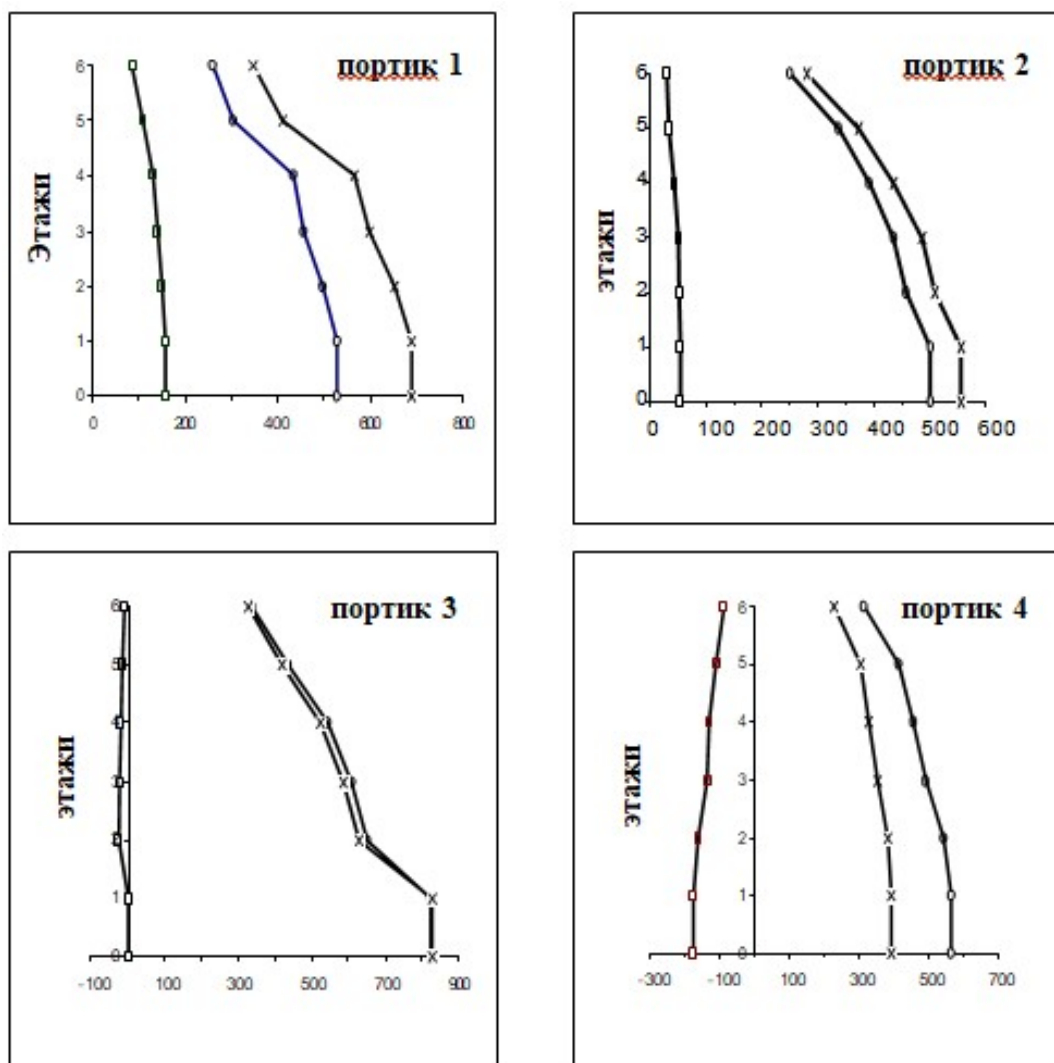


Рис. 3. Вклад режима 1 в сдвигающие силы здания:
 □ — крутящие моменты; ○ — боковые нагрузки; × — всего

Для формы 2 силы сдвига от вращения и поступательного движения отсекаются в колоннах 1 и 2, с другой стороны, они добавляются в колоннах 3 и 4.

Распределение этих сил показано на рис. 4. Вклад формы 2 в сдвиг у основания колонны от боковых сил составляет 75 кН, а от крутящих моментов — 205 кН. Таким образом, общая сила сдвига составляет 130 кН. В случае колонны 2 поперечные силы двух видов напряжений (от кручения и поступательного движения) имеют противоположные знаки и очень похожи по амплитуде; что, следовательно, приводит к очень низкому вкладу второй моды по отношению к колонне 2, примерно 6,0 кН.

Таким образом, расчет, проведенный с использованием метода спектра реакции, показывает, что вклад первых двух форм колебаний в силу сдвига

в основании здания, учитываемый поступательными силами, составляет приблизительно 91 %. Следовательно, вкладом более высоких мод можно пренебречь. Для расчетов конструкций распределение сил сдвига в каждой колонне может быть получено только путем комбинации первых двух форм с использованием метода квадратичной суммы откликов. Результаты этой комбинации, относящиеся к колоннам 1—4, показаны на рис. 5. В качестве примера: поперечные силы у основания колонны 1 по формам 1 и 2 составляют 690 и 130 кН соответственно. Комбинация этих двух сил за счет квадратичной комбинации обеспечила в основании той же колонны срезающую силу, равную 702 кН. Таким образом, вклад формы 1 в динамическую поперечную силу у основания 1 колонны оценивается примерно в 98 %.

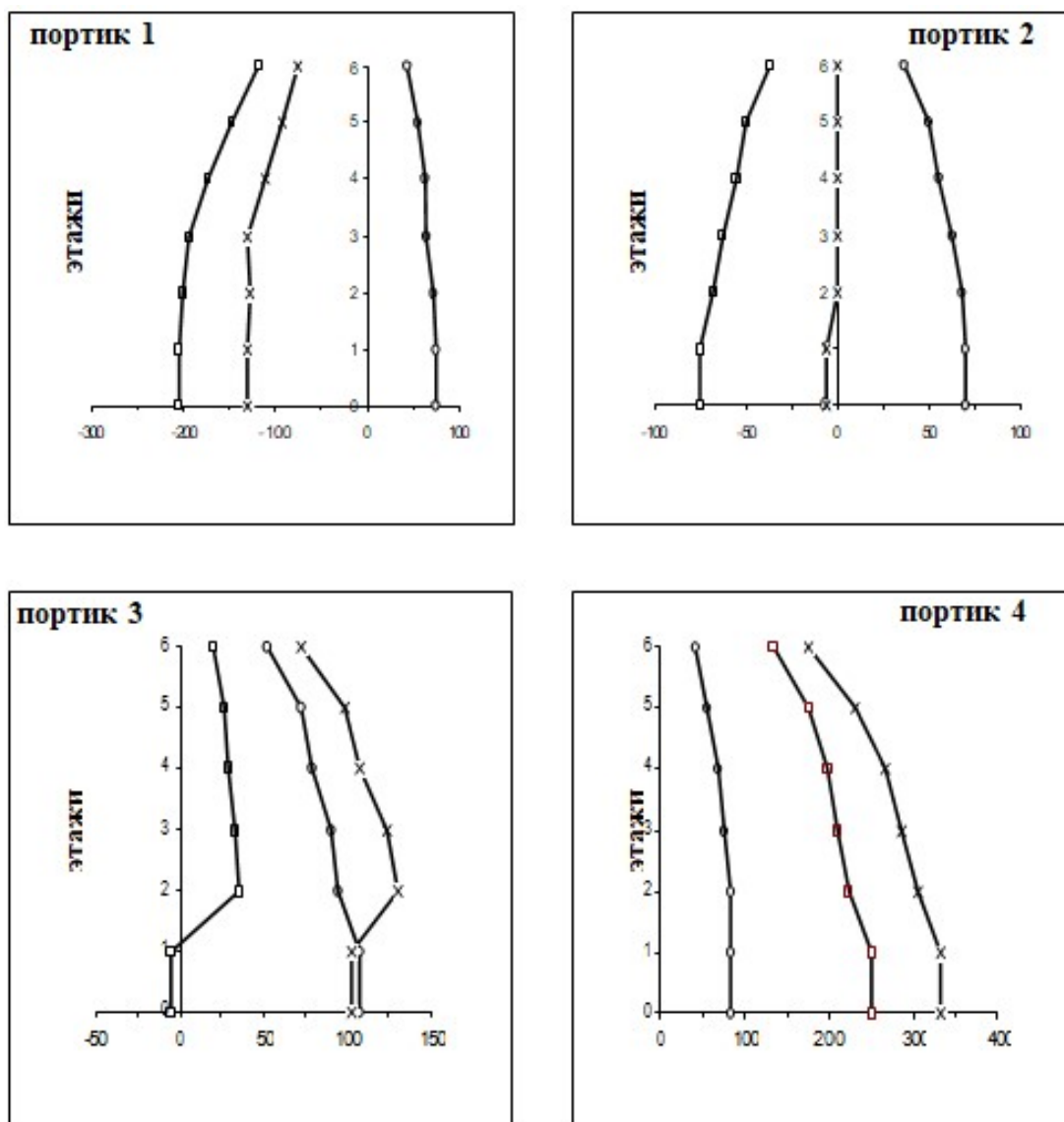


Рис. 4. Вклад режима 2 в поперечные силы здания:
 □ — крутящие моменты; ○ — боковые нагрузки; × — всего

На рисунке 4 показан режим вращения, при котором сила сдвига, создаваемая моментом вращения, большая.

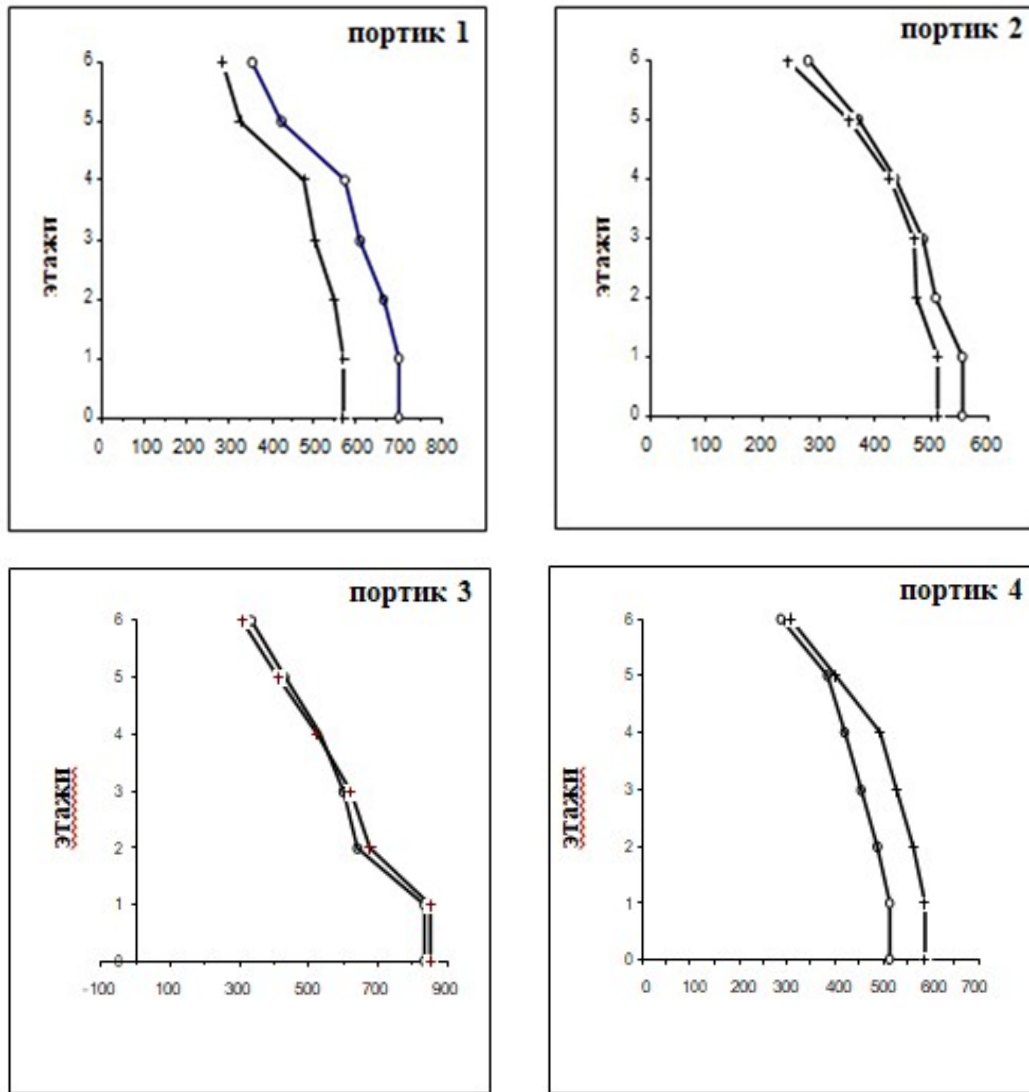


Рис. 5. Сравнение полученных сил сдвига здания:

○ — модальный анализ; × — статический метод

Результаты, соответствующие распределению сил сдвига, полученные эквивалентным статическим методом, представлены на том же рисунке, что и результаты, полученные методом спектра реакции. Обратим внимание, что распределения поперечной силы в каркасах, рассчитанные двумя методами, значительно отличаются друг от друга, хотя общая поперечная сила у основания здания уникальна. Разница более значительна на уровне боковых колонн. Силы сдвига занижены в колонне 1, но завышены в колонне 4 согласно эквивалентному статическому методу. Недооценка поперечной силы у основания колонны 1 составляет примерно 19 %. Следовательно, это различие объясняется двумя причинами. С одной стороны, эквивалентный статический метод не может моделировать вклад более высоких мод. С другой стороны, он также не может учитывать влияние крутящих моментов боковыми нагрузками из первого режима с точкой приложения, расположенной в центре жесткости перекрытий.

Выводы

Проводится исследование распределения сейсмической нагрузки асимметричного здания. Распределение проводилось с использованием метода спектра отклика и эквивалентного статического метода. Основные выводы, сделанные в результате этого исследования, заключаются в следующем.

Вклад более высоких мод становится значительным, когда неровности здания увеличиваются. Для асимметричного здания средней высоты вклад первой моды часто бывает достаточным для представления распределения поперечной силы порталной рамы. Для здания, в котором распорки распределены асимметрично, такого как здание, рассматриваемое в этом исследовании, становится необходимой комбинация первых двух режимов.

Приближенный метод, использующий эквивалентные статические силы, проходящие через центры жесткости перекрытий, имеет два недостатка. Он не может моделировать вклад высших мод и сил инерции крутящего момента, создаваемых первой модой вибрации. Распределение поперечной силы во внутренних порталах менее чувствительно к вкладу высших мод и к инерционным силам крутящих моментов первой моды. Таким образом, статический метод вполне подходит для оценки распределения поперечной силы во внутренних рамах, но, с другой стороны, считается недостаточным для точной оценки распределения сил в краевых рамах.

Библиографический список

1. RPA99/version 2003, Règles parasismiques algériennes. Document technique règlementaire DTR B C 2 48. Centre national de recherche appliquée en Génie-parasismique, Alger, Algérie.
2. ROBOT, Structural analysis program. Computers and structures, Autodesk, USA.
3. *Humar J. L., Kumar P.* Torsional motion of buildings during earthquake. I. Elastic response // *Canadian J. Civ. Eng.* 1998. № 25(5). Pp. 50—62.
4. *Gulay F. G., Calim G.* A comparative study of torsionally unbalanced multi-storey structures under seismic loading // *Turkish J. Eng. Env. Sci.* 2003. № 27. Pp. 11—19.
5. SFS EN 1998-1-2008 Eurocode 8: Design of structures for earthquake resistance — Part 1: General rules, seismic actions and rules for buildings. EN 1998-1.

В. С. Широков

*Самарский государственный технический университет,
г. Самара, Российская Федерация*

ВЛИЯНИЕ ПАРАМЕТРОВ ВНТРИМОДУЛЬНОГО СОЕДИНЕНИЯ НА ЕГО ЖЕСТКОСТЬ

Одними из важнейших элементов, влияющих на напряженно-деформированное состояние модульных зданий, являются узловые соединения. Объектом исследования в настоящей статье являются сварные внутримодульные соединения, предметом исследования — их вращательная жесткость.

В рамках статьи проведен сравнительный анализ конструктивных решений жестких внутримодульных узлов. Выполнен анализ влияния прочностных свойств материалов соединения на вращательную жесткость узла. Проведен анализ эффективности конструирования соединения с конечной жесткостью. Для оценки эффективности применения того или иного конструктивного решения внутримодульного соединения использованы строительные коэффициенты узлов, отражающие вклад массы узла в общую массу ригеля.

По результатам проведенного анализа установлено, что с точки зрения вращательной жесткости соединения применение материалов с повышенными прочностными характеристиками нецелесообразно; конструировать жесткие внутримодульные узлы с вертикальными ребрами рационально из условия нулевого угла поворота; для внутримодульных соединений с горизонтальными ребрами жесткости при конструировании рамных узлов из условия достаточной вращательной жесткости при пролете ригеля 1 м можно получить экономию материала ригеля в некоторых случаях до 3...5 %.

Ключевые слова: модульные здания, внутримодульные соединения, жесткий узел, вращательная жесткость.

Модульные здания со стальным каркасом нашли широкое распространение в строительной практике. Однако, являясь довольно новым решением, необходимо изучение их конструктивной работы. Одними из важнейших элементов, влияющих на напряженно-деформированное состояние модульных зданий, являются узловые соединения. Узловые соединения по расположению в пространстве подразделяются на межмодульные, внутримодульные и соединения с фундаментами [1]. Данная статья посвящена исследованию влияния различных параметров на вращательную жесткость сварных внутримодульных соединений.

В настоящее время исследование жесткости соединений металлических конструкций является актуальным направлением. В первую очередь это связано с тем, что жесткость узловых соединений значительно влияет на распределение внутренних усилий в каркасе [2—5]. Авторы работ [6—9] с помощью численных экспериментов рассматривают классические решения соединений стальных балок с колоннами. По результатам их исследований установлено, что не всегда традиционные конструктивные решения рамных

узлов являются жесткими, а узлы, считающиеся в строительной практике шарнирными, могут воспринимать определенную долю пролетного момента.

Для модульных зданий вопрос жесткости соединений ригелей с колоннами стоит еще более остро, чем для традиционных стальных каркасов. Для обеспечения геометрической неизменяемости модуля внутримодульные соединения не могут быть шарнирными, но при этом конструктивно нет возможности устраивать классические массивные жесткие узлы. Также модули являются многократно статически неопределимой системой, поэтому изменение жесткости узла или элемента приводит к изменению напряженно-деформированного состояния всего каркаса.

В рамках изучения вращательной жесткости внутримодульных соединений проводились численные и физические исследования [10—17]. В работе [10] проводились физические испытания соединения на сварке колонны из прямоугольной трубы и балки из швеллера. В работе [11] исследовалось соединение через коннектор колонны из квадратной трубы и балок из прямоугольных труб. В статье [12] описаны численные исследования соединения балки из швеллера и колонны из квадратной трубы. В работе [13] были проведены численные и физические испытания соединения на болтах колонны из квадратной трубы и балок С-образного сечения с различными размерами. В статье [14] экспериментально исследовалось соединение балки с колонной, выполненное из квадратных труб, с ребрами жесткости разной величины. В работе [15] были выполнены численные и физические испытания соединения на болтах колонны и балки из квадратных труб. В статьях [16, 17] приведены результаты исследования жесткости крепления балок С-образного сечения к колонне из квадратной трубы через кронштейн. Во всех рассмотренных случаях внутримодульные являются полужесткими согласно Eurocode 3.

Автором данной статьи были проведены численные исследования по поиску и установлению параметров сварных внутримодульных узлов, соответствующих жестким. В статье [18] рассмотрены соединения балок и колонн из квадратных труб (рис. 1, а). В статье [19] рассмотрены соединения балок из швеллеров с колоннами из квадратных труб при наличии вертикальных ребер жесткости (рис. 1, б). В статье [20] рассмотрены соединения балок из швеллеров с колоннами из квадратных труб с горизонтальными ребрами жесткости (рис. 1, в). Для всех типов соединений были установлены параметры, при которых узел является жестким.

При изучении жесткости соединения колонны и ригеля из труб с вертикальным ребром (Тр-Тр-ВР) были рассмотрены сечения элементов из квадратных труб 80×4 , 90×4 , 100×4 , 120×4 . Для соединений колонны из трубы и ригеля из швеллера с вертикальным ребром (Тр-Шв-ВР) приняты сечения стоек из квадратных труб 80×4 , 90×4 , 100×4 , 120×4 и балок из швеллеров 12П, 14П, 16П, 18П, 20П, 22П, 24П, 27П, 30П. Для соединений колонны из трубы и ригелей из швеллеров с горизонтальными ребрами жесткости (Тр-Шв-ГР) принят тот же набор сечений, как для Тр-Шв-ВР.

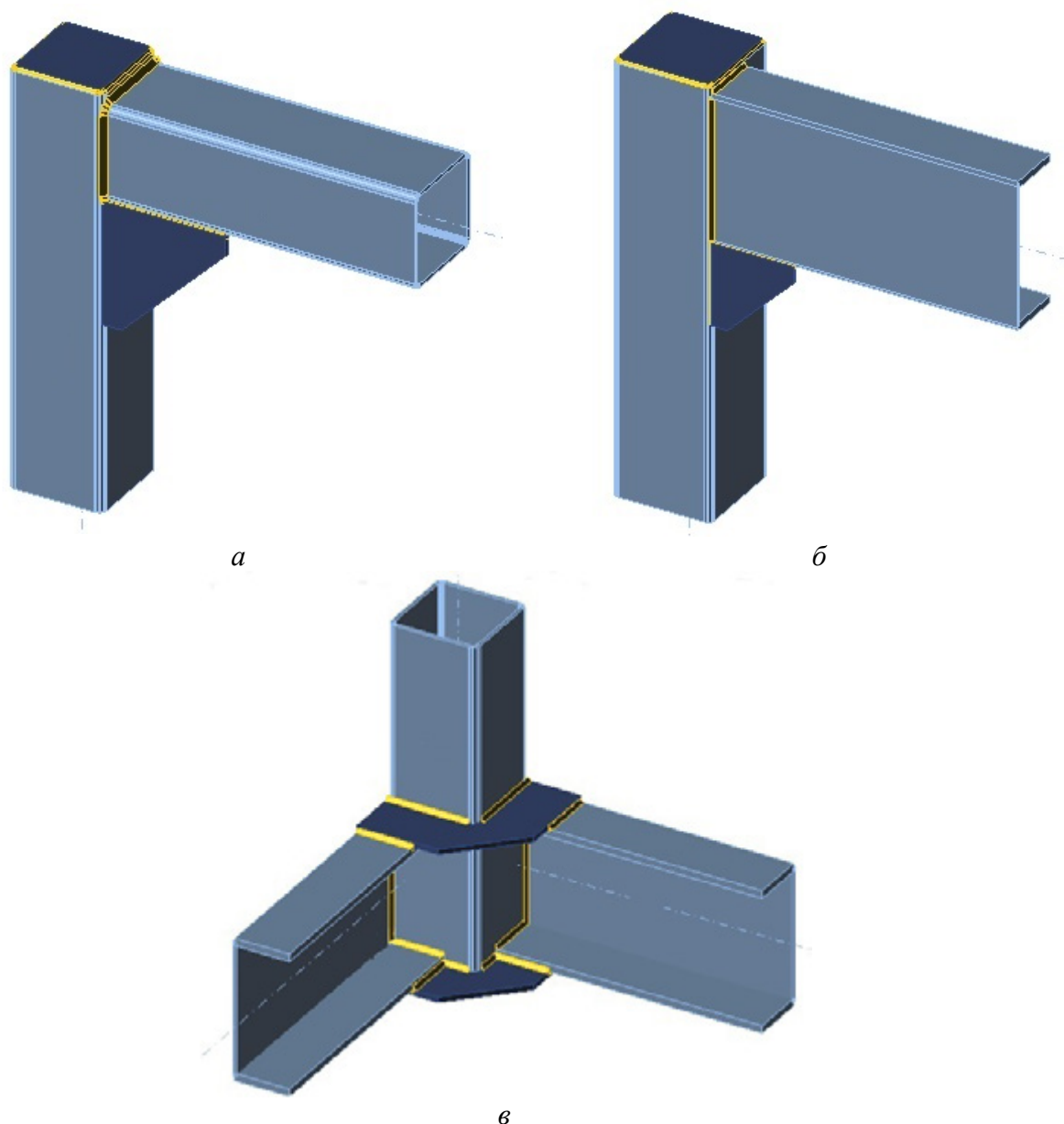


Рис. 1. Схемы узловых соединений:
a — соединение Тр-Тр-Вр; *б* — соединение Тр-Шв-Вр; *в* — соединение Тр-Шв-Гр

В рамках данной статьи проведен сравнительный анализ описанных выше конструктивных решений внутримодульных узлов. Во-первых, выполнен анализ влияния прочностных свойств материалов соединения на вращательную жесткость узла. Во-вторых, проведен анализ эффективности конструирования соединения с конечной жесткостью.

Для оценки эффективности применения того или иного конструктивного решения внутримодульного соединения использованы строительные коэффициенты узлов, которые отражают вклад массы узла в общую массу ригеля [21]:

$$k_{y,r} = 1 + \frac{2V_p}{A_b \sum l_b}, \quad (1)$$

$$k_{y,b} = 1 + \frac{4V_p}{A_b \sum l_b}, \quad (2)$$

где $k_{y,r}$ и $k_{y,b}$ — строительные коэффициенты для узлов с горизонтальными и вертикальными ребрами, соответственно; A_b — площадь сечения ригеля; $\sum l_b$ — суммарная длина продольного и поперечного ригелей.

Анализ влияния прочностных свойств материалов соединения выполнен на примере соединения с горизонтальными ребрами жесткости. Для каждого набора сечений ригелей и колонн определены строительные коэффициенты узлов: k_{y3} — для узлов Тр-Шв-ГР из стали С245 с материалом электродов Э42 и k_{y4} — для узлов Тр-Шв-ГР из стали С345 с материалом электродов Э50. При этом диапазон длин $\sum l_b$ принят от 5 до 12 м как соответствующий наиболее распространенным размерам модульных зданий. Результаты определения строительных коэффициентов узлов Тр-Шв-ГР приведены в табл. 1 для соединений с колонной из квадратной трубы 120×4 и в табл. 2 для соединений с колонной из квадратной трубы 100×4 .

Таблица 1

Строительные коэффициенты k_{y3} и k_{y4} узлов соединений с колонной из трубы 120×4

Сечение ригеля	$k_{y,r}$	Суммарная длина продольного и поперечного ригелей, м							
		5	6	7	8	9	10	11	12
Швеллер 12П	k_{y3}	1,19	1,16	1,14	1,12	1,11	1,1	1,09	1,08
	k_{y4}	1,18	1,16	1,14	1,12	1,11	1,1	1,09	1,08
Швеллер 14П	k_{y3}	1,15	1,12	1,11	1,09	1,08	1,08	1,07	1,06
	k_{y4}	1,14	1,12	1,1	1,09	1,08	1,08	1,07	1,06
Швеллер 16П	k_{y3}	1,11	1,09	1,08	1,07	1,06	1,06	1,05	1,05
	k_{y4}	1,11	1,09	1,08	1,07	1,06	1,06	1,05	1,05
Швеллер 18П	k_{y3}	1,08	1,06	1,06	1,05	1,05	1,04	1,04	1,04
	k_{y4}	1,07	1,06	1,05	1,05	1,05	1,04	1,04	1,04
Швеллер 20П	k_{y3}	1,06	1,05	1,04	1,04	1,04	1,03	1,03	1,03
	k_{y4}	1,06	1,05	1,04	1,04	1,03	1,03	1,03	1,03
Швеллер 22П	k_{y3}	1,03	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,01	1,01
	k_{y4}	1,03	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,01	1,01
Швеллер 24П	k_{y3}	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,01	1,01	1,01
	k_{y4}	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,01	1,01	1,01
Швеллер 27П	k_{y3}	1,02	1,02	1,02	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01
	k_{y4}	1,02	1,02	1,02	1,02	1,01	1,01	1,01	1,01
Швеллер 30П	k_{y3}	1,02	1,02	1,02	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01
	k_{y4}	1,02	1,02	1,02	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01

Таблица 2

Строительные коэффициенты k_{y3} и k_{y4} узлов соединений с колонной из трубы 100×4

Сечение ригеля	$k_{y,r}$	Суммарная длина продольного и поперечного ригелей, м							
		5	6	7	8	9	10	11	12
Швеллер 12П	k_{y3}	1,11	1,09	1,08	1,07	1,06	1,06	1,05	1,05
	k_{y4}	1,1	1,09	1,08	1,07	1,06	1,06	1,05	1,05
Швеллер 14П	k_{y3}	1,07	1,06	1,06	1,05	1,05	1,04	1,04	1,04
	k_{y4}	1,07	1,06	1,06	1,05	1,05	1,04	1,04	1,04
Швеллер 16П	k_{y3}	1,04	1,04	1,04	1,03	1,03	1,03	1,03	1,02
	k_{y4}	1,04	1,04	1,03	1,03	1,03	1,02	1,02	1,02
Швеллер 18П	k_{y3}	1,03	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,01	1,01
	k_{y4}	1,03	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,01	1,01
Швеллер 20П	k_{y3}	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,01	1,01	1,01
	k_{y4}	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,01	1,01	1,01
Швеллер 22П	k_{y3}	1,02	1,02	1,02	1,02	1,01	1,01	1,01	1,01
	k_{y4}	1,02	1,02	1,02	1,02	1,01	1,01	1,01	1,01
Швеллер 24П	k_{y3}	1,02	1,02	1,02	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01
	k_{y4}	1,02	1,02	1,02	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01

Согласно данным, приведенным в табл. 1 и 2, применение более прочных материалов практически не оказывает эффекта на вращательную жесткость соединения. Для узлов соединения с колонной из квадратной трубы 120×4 только для ригелей из швеллеров 12П, 14П и 18П при $\sum l_b = 5$ м; швеллеров 14П и 18П при $\sum l_b = 7$ м и швеллеров 20П при $\sum l_b = 9$ м имеется экономия массы в 1 %. Для узлов соединения с колонной из квадратной трубы 100×4 только для ригелей из швеллеров 12П при $\sum l_b = 5$ м; швеллеров 16П при $\sum l_b = 7$ м, $\sum l_b = 10$ м и $\sum l_b = 11$ м также имеется экономия массы в 1 %. Для соединений со стойками из квадратных труб 90×4 и 80×4 экономия массы отсутствует. Таким образом, с точки зрения вращательной жесткости соединения применение материалов с повышенными прочностными характеристиками нецелесообразно.

Классификация узлов по жесткости соединения, согласно Eurocode 3, зависит от начальной вращательной жесткости $S_{j,ini}$ самого соединения и изгибной жесткости балки:

$$S_{j,ini} > S_{j,R} = \frac{k_b EI_b}{L_b} \text{ — жесткий узел;} \quad (3)$$

$$S_{j,R} > S_{j,ini} > S_{j,P} \text{ — полужесткий узел;} \quad (4)$$

$$S_{j,ini} < S_{j,P} = \frac{0,5 EI_b}{L_b} \text{ — шарнирный узел,} \quad (5)$$

где $S_{j,R}$, $S_{j,P}$ — предельные значения вращательной жесткости для жестких и шарнирных узлов, соответственно; E — модуль упругости стали; I_b — мо-

мент инерции балки; L_b — пролет балки; k_b — коэффициент, учитывающий наличие вертикальных связей.

В статьях [18—20] приведены номограммы для определения параметров жестких соединений исходя из условия бесконечной начальной вращательной жесткости (нулевого угла поворота узла). Согласно выражению (3) жесткий узел необязательно должен обладать $S_{j,ini} = \infty$. Некоторую экономию материала можно достичь, конструируя узловые соединения не из условия нулевого угла поворота, а при достижении уровня вращательной жесткости, соответствующего равному узлу для определенного пролета ригеля, например, равного 1 м.

Для внутримодульных соединений с вертикальными ребрами жесткости при конструировании рамных узлов из условия достаточной вращательной жесткости при пролете ригеля 1 м уменьшение строительных коэффициентов k_{y1} (для узлов типа Тр-Тр-ВР) и k_{y2} (для узлов типа Тр-Шв-ВР) практически отсутствует. Имеются лишь единичные случаи экономии массы в 1 %. Таким образом, конструировать жесткие внутримодульные узлы с вертикальными ребрами рационально из условия нулевого угла поворота ($S_{j,ini} = \infty$).

Для внутримодульных соединений с горизонтальными ребрами жесткости при конструировании рамных узлов из условия достаточной вращательной жесткости при пролете ригеля 1 м наблюдается уменьшение строительных коэффициентов. Для соединений со стойками из квадратной трубы 120×4 экономия материала может достигать 5 % массы ригеля (рис. 2) и из квадратной трубы 100×4 до 3 % массы ригеля (рис. 3). Наибольший эффект наблюдается для меньших сечений балок. Для соединений со стойками из квадратных труб 90×4 и 80×4 снижения массы ригеля практически не наблюдается.

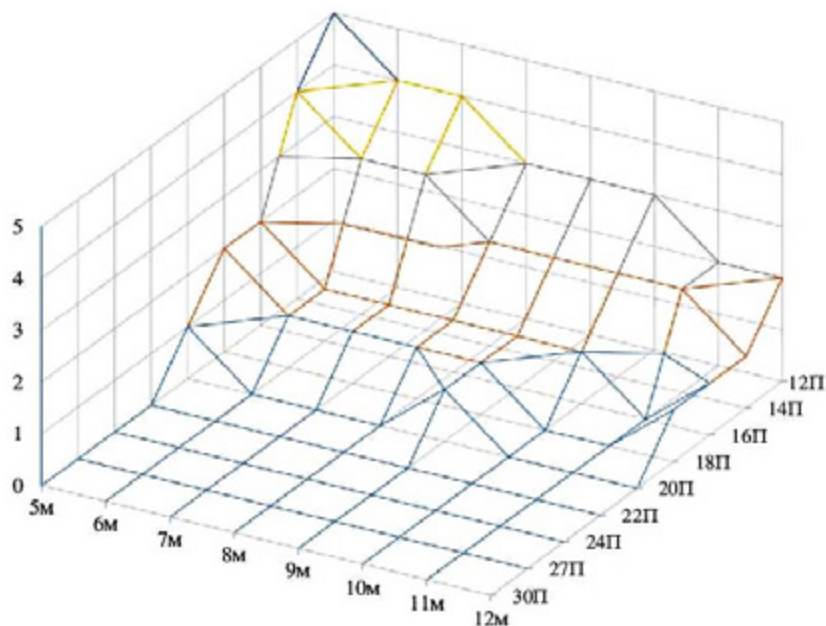


Рис. 2. Уменьшение массы ригеля в % при конструировании рамных узлов соединения с колонной из трубы 120×4 для $S_{j,ini} > S_{j,p}$ (при $L_b = 1$ м) относительно $S_{j,ini} = \infty$

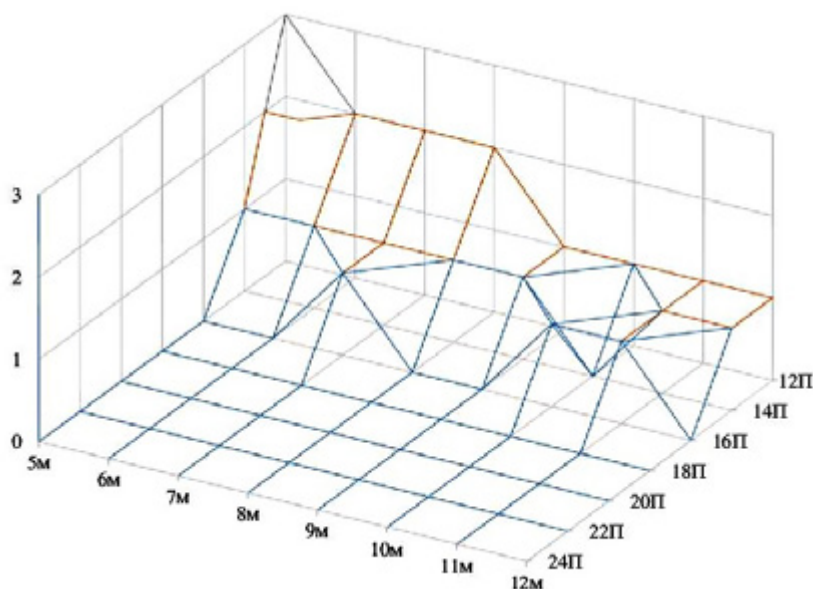


Рис. 3. Уменьшение массы ригеля в % при конструировании рамных узлов соединения с колонной из трубы 100×4 для $S_{j,ini} > S_{j,p}$ (при $L_b = 1$ м) относительно $S_{j,ini} = \infty$

На основе проведенного анализа жестких внутримодульных соединений с вертикальными и горизонтальными ребрами можно сделать следующие выводы:

1. С точки зрения вращательной жесткости соединения применение материалов с повышенными прочностными характеристиками нецелесообразно.

2. Конструировать жесткие внутримодульные узлы с вертикальными ребрами рационально из условия нулевого угла поворота ($S_{j,ini} = \infty$).

3. Для внутримодульных соединений с горизонтальными ребрами жесткости при конструировании рамных узлов из условия достаточной вращательной жесткости при пролете ригеля 1 м можно получить экономию материала ригеля в некоторых случаях до 3...5 %.

Библиографический список

1. Широков В. С. Конструктивные особенности модульных зданий // Вестник евразийской науки. 2022. Т. 14. №. 3. С. 2.

2. Бакшанский И. С., Жабинский А. Н. Влияние конструктивных особенностей болтовых фланцевых узлов на распределение внутренних усилий в поперечной раме здания // Проблемы современного строительства : материалы Международной научно-технической конференции, Минск, 28 мая 2019 г. Минск : БНТУ, 2019. С. 49—59.

3. Податливость узловых соединений рамных конструкций из прямоугольных труб / А. В. Мухин, И. В. Зинкевич, Л. Г. Головкин и др. // Проблемы и перспективы современных строительных конструкций и технологий : труды XXV научно-технической конференции профессорско-преподавательского состава, аспирантов и студентов. Брест, 1998. С. 3—7.

4. Ананьин М. Ю., Фомин Н. И., Черногубов Д. Е. Метод учета податливости в узлах металлических конструкций зданий // Академический вестник УралНИИпроект РААСН. 2009. № 3. С. 80—85.

5. Ананьин М. Ю., Фомин Н. И. Метод учета податливости в узлах металлических конструкций зданий // Академический вестник УралНИИпроект РААСН. 2010. № 2. С. 72—74.

6. *Туснина В. М., Коляго А. А.* К вопросу действительной работы податливых узлов стальных каркасов многоэтажных зданий // *Промышленное и гражданское строительство*. 2018. № 2. С. 28—34.
7. *Туснина В. М.* Податливые соединения стальных балок с колоннами // *Инженерно-строительный журнал*. 2017. № 5. С. 25—39. DOI: 10.18720/MCE.73.3.
8. *Рюмин В. В.* Анализ податливости рамных узлов на высокопрочных болтах // *Современные строительные конструкции из металла и древесины*. 2012. № 16(1). С. 216—223.
9. *Tusnina O. A., Danilov A. I.* The stiffness of rigid joints of beam with hollow section column // *Magazine of Civil Engineering*. 2016. №. 4. Pp. 40—51. DOI: 10.5862/MCE.64.4.
10. Structural performance of a new blind-bolted frame modular beam-column connection under lateral loading / B.-H. Cho, J.-S. Lee, H. Kim et al. // *Applied Sciences*. 2019. V. 9. P. 1929. Doi.org/10.3390/app9091929.
11. *Khan K., Yan J.-B.* Numerical studies on the seismic behaviour of a prefabricated multi-storey modular steel building with new-type bolted joints // *Advanced Steel Construction*. 2021. V. 17. Pp. 1—9. DOI: 10.18057/IJASC.2021.17.1.1.
12. *Choi K.-S., Kim H.-J.* An Analytical Study on Rotational Capacity of Beam-Column Joints in Unit Modular Frames // *International Journal of Civil, Structural, Construction and Architectural Engineering*. 2015. V. 9. Pp. 83—86. Doi.org/10.5281/zenodo.1098106.
13. Experimental and numerical investigation of mechanical properties on novel modular connections with superimposed beams / R. Ma, J. Xia, H. Chang et al. // *Engineering Structures*. 2021. V. 232. P. 111858. Doi.org/10.1016/j.engstruct.2021.111858.
14. Experimental study on the flexural behavior of an innovative modular steel building connection with installed bolts in the columns / Y. Wang, J. Xia, R. Ma et al. // *Applied Science*. 2019. V. 9. P. 3468. Doi:10.3390/app9173468.
15. Monotonic and cyclic response of bolted connections with welded cover plate for modular steel construction / E.-F. Deng, L. Zong, Y. Ding et al. // *Engineering Structures*. 2018. V. 167. P. 407—419. Doi.org/10.1016/j.engstruct.2018.04.028.
16. Verification of the seismic performance of a rigidly connected modular system depending on the shape and size of the ceiling bracket / S. Lee, J. Park, E. Kwak et al. // *Materials*. 2017. V. 10(3). P. 263. Doi.org/10.3390/ma10030263.
17. Seismic performance evaluation of the ceiling-bracket-type modular joint with various bracket parameters / S. Lee, J. Park, S. Shon et al. // *Journal of Constructional Steel Research*. 2018. V. 150. Pp. 298—325. Doi.org/10.1016/j.jcsr.2018.08.008.
18. *Широков В. С., Гордеева Т. Е.* Исследование жесткости узла соединения ригеля со стойкой модульного здания // *Вестник гражданских инженеров*. 2020. № 6. С. 90—96. DOI: 10.23968/1999-5571-2020-17-6-90-96.
19. *Широков В. С., Алпатов В. Ю., Гордеев Е. А.* Исследование жесткости узлов соединений ригеля и стойки модульных быстровозводимых зданий // *Вестник МГСУ*. 2021. Т. 16. № 1. С. 20—29. DOI: 10.22227/1997-0935.2021.1.00-00.
20. *Широков В. С., Белаиш Т. А.* Вращательная жесткость внутримодульных узловых соединений с горизонтальными ребрами // *Промышленное и гражданское строительство*. 2022. № 4. С. 57—63. DOI: 10.33622/0869-7019.2022.04.57-63.
21. *Хисамов Р. И.* Расчет и конструирование структурных покрытий. Киев : Будівельник, 1981. 48 с.

СЕКЦИЯ 2. ИНФОРМАЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ СТРОИТЕЛЬНОГО КОМПЛЕКСА

УДК 69.033

М. А. Бондаренко, В. В. Стасюк, Ю. В. Гущина

*Волгоградский государственный технический университет,
Волгоград, Российская Федерация*

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ СТРОИТЕЛЬСТВА МОБИЛЬНЫХ СБОРНЫХ ДОМОВ В РОССИИ

Подробно описаны различные виды мобильных сборных домов, начиная с обычных модульных и заканчивая самостроящимися раскладными конструкциями. Рассмотрены их происхождение, принцип устройства, механизм возведения, а также показаны все плюсы и минусы таких сооружений. На основе представленной информации были выделены лучшие идеи, проанализированы демографическая и климатическая ситуации страны, обозначены регионы, в которых технология окажется стратегически необходима, а также представлен план развития данной отрасли в Российской Федерации.

Ключевые слова: мобильные сборные дома, самостроящиеся дома, мобильные дома, модульные конструкции, модульные дома, сборные дома, раскладные дома, дом-трансформер, модуль.

В настоящее время постоянно совершенствуются подходы к строительству зданий: изобретаются новые материалы, создаются новые подходы и технологии строительства. Следующий шаг на этом пути — производство мобильных сборных домов — конструкций, собранных на фабрике для дальнейшей «упаковки» и доставки на место строительства в любую точку мира.

У современных мобильных домов есть ряд существенных преимуществ:

- 1) невысокая цена;
- 2) быстрая установка;
- 3) внутренняя отделка, меблировка и коммуникации в зависимости от модели;
- 4) возможность сложить дом обратно для транспортировки в другое место в зависимости от модели.

Минусом является очевидная невозможность создания дома по своему проекту, финальный потребитель может лишь выбрать один из предложенных производителем вариантов.

Для оценки актуальности проблемы развития отрасли мобильных сборных домов в России необходимо оценить демографическую ситуацию в стране:

- все население — 145 557 576 чел.;
- городское население — 108 896 374 чел.;
- сельское население — 36 661 202 чел.

Согласно официальным данным Федеральной службы государственной статистики «Росстат» на 1 января 2022 года численность населения РФ составляет 145,5 млн человек, из которых более 36 млн живет в сельской местности.

Если же обратиться к данным о численности населения, проживающего в городских округах, то число жителей за пределами городов станет еще больше — 90 769 997 чел.

Таким образом, в РФ находится 54 млн человек, проживающих вне городских округов (рис. 1).

Исследование «Росстат» плотности населения РФ в 2019 году

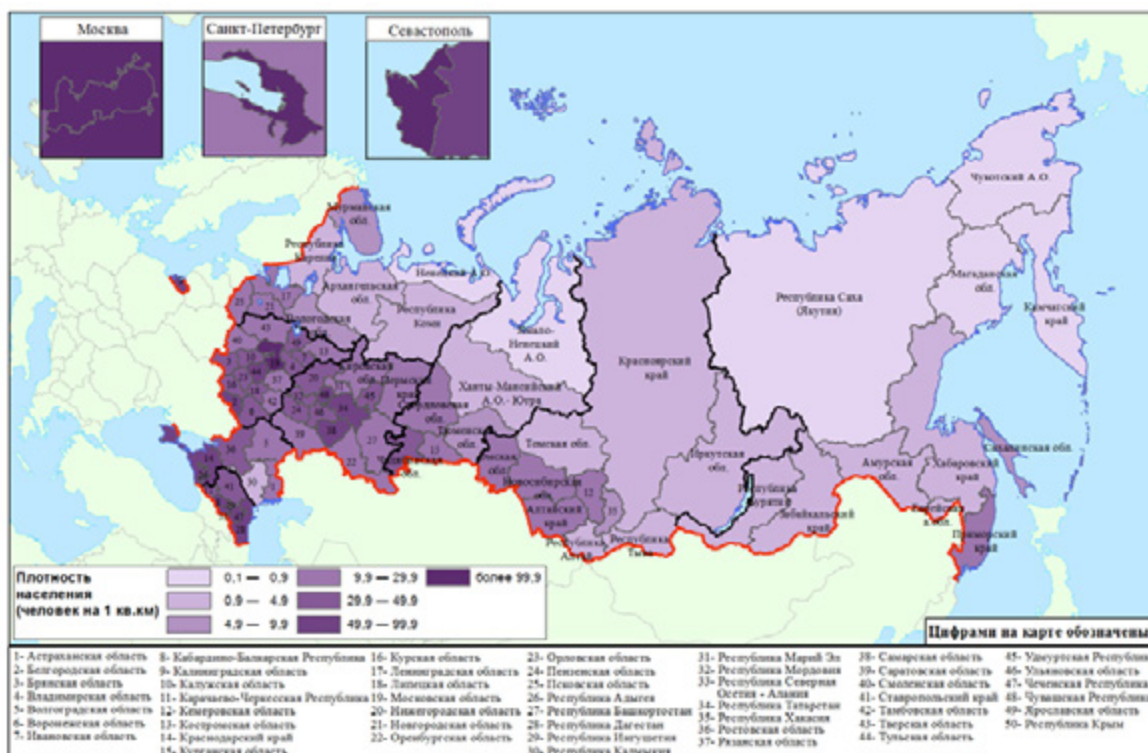


Рис. 1

Население РФ распределено крайне неравномерно — большая часть сосредоточена на западе и юго-западе страны. Существуют обширные малозаселенные пространства, где миллионы россиян живут на достаточном расстоянии от больших городов, что создает значительные затруднения при строительстве в данных регионах. Необходимость доставки требуемых стройматериалов, поиск квалифицированных строителей, а также суровые погодные условия делают возведение строений крайне затратными по времени и производительности [1].

Итак, проанализировав демографические данные, вопрос о заводской сборке дома и его быстром развертывании на месте становится актуальным. Первые модульные конструкции появились еще в XX веке с развитием промышленных технологий обработки стекла и металла, однако они имеют мало общего с нынешними модулями, позволяющими буквально «нарезать»

здания и перевозить их части. Новой вехой в развитии сборных домов является внедрение механизмов, позволяющих собирать эти дома для компактной транспортировки.

Далее рассмотрены примеры зарубежных вариантов мобильных сборных домов, особенности их конструкций, а также их недостатки и преимущества.

Проект московского архитектора Владимира Дудина, который совместно с Геннадием Бакуниным и Сергеем Хачияном основал в Латвии компанию по производству деревянных домов-трансформеров Brette Haus. Впервые их дом был установлен в декабре 2019 года на каменистом побережье Балтийского моря. На установку всех коммуникаций потребовалось 2 часа, после чего дом был готов к заселению. Отличием их продукции от стандартных модульных домов стала не только быстрота установки, но и потенциальная многогранность трансформации дома. Здание можно свободно перевозить и, по заверениям главы компании, использовать в качестве загородного коттеджа, сторожки для охраны, домашнего офиса, сезонного бунгало или даже магазина (рис. 2).



Рис. 2

«Веками люди старались сделать строительный процесс более быстрым и менее затратным, — объясняют свою идею авторы. — Сейчас на рынке представлено множество решений модульных домов, однако большинство из них не предусматривают многократной перевозки и установки в разных локациях. Мы же поставили перед собою цель создать дом-трансформер, увеличивающийся для эксплуатации и уменьшающийся для перевозки и не требующий организации работы многочисленной строительной бригады» [2].

Результатом деятельности компании стала конструкция из трех модулей, каждый из которых немного уже предыдущего, что позволяет вставлять их друг в друга. Складывается дом благодаря вращению вокруг осей, задаваемых металлическими шарнирами. Неподвижным остается только средний основной модуль. В него входит отдел с кухней, душевой и лестницей. Устанавливать свою сантехнику и электрооборудование также не требуется, так как в данной модели все уже смонтировано заранее.

При раскладывании дома, его площадь увеличивается в три раза. На первом этаже расположены кухня, гостиная и душевая. На втором — спальня. Основным материалом являются CLT-панели, из которых здесь выполнены перекрытия, стены, кровля и лестница [3].

Складываясь, крыша накрывает основной модуль таким образом, что в сложенном виде дом представляет собой параллелепипед с габаритами стандартного контейнера, что делает его удобным в перевозке и не требует дополнительных согласований.

Приведем преимущества и недостаток дома Brette Haus.

Преимущества

Скорость установки
Высокая мобильность
Дешевизна

Недостаток

Тонкие стены

Создатели Brette Haus предлагают ручной способ сборки дома, с применением рабочей силы и подъемной техники, в то время как группа британских инженеров компании Ten Fold Engineering пошла противоположным путем и создала технологию мобильных домов, которые не требуют монтажных работ. Для приведения дома в рабочее состояние необходимо нажать кнопку на соответствующем пульте управления, после чего дом самостоятельно произведет установку в положенном месте за несколько минут.

В настоящее время существует прототип, являющийся наглядным примером, как сложные механизмы могут быть удачно применены в архитектуре.

Дом Ten Fold можно доставить на грузовом автомобиле в любое место, так как он имеет стандартные габариты контейнера (рис. 3). Благодаря своей конструкции, в которой 4 опоры, этому дому не нужен фундамент, будет достаточно наличия твердого грунта, поэтому после нажатия кнопки, потребуются около 10 минут, прежде чем дом будет приведен в состояние пользования [4]. С раскрытием механизма площадь расширяется примерно в 3 раза до 64 м², включая 20 м² места для хранения мебели и бытовой техники (рис. 4).



Рис. 3



Рис. 4

В основе трансформирующего механизма лежит сложная система рычагов, разработанная специально для данного проекта. Также в разворачивании участвуют противовесы, лебедки и аутригер — опора, на которой держится дом. Гидравлику, механизмы обратного действия или же устройства блокировки в Ten Fold не используют. «Все очень просто, доступно, а главное — удобно и надежно, — уверяют в компании. — Такой дом не снесет штормовым шквалом (средний вес модели порядка 20 тонн), прослужит он дольше жилья из жестких конструкций, а модульность означает возможность замены самых разных частей конструкции. Причем речь идет не о случаях, когда что-то сломалось, а скорее о перепланировке, расширении или просто изменении внешнего вида дома» [5].

Несмотря на преимущества и прогрессивность данного решения, у него имеется ряд существенных недостатков.

Преимущества
Сверхбыстрая установка
Высокая мобильность
Интересный внешний вид

Недостатки
Дороговизна
Полная зависимость от электричества

Зависимость от электричества является главным минусом, так как в условиях климата РФ — пониженной температуре и обильных осадков — данный механизм будет плохо себя показывать.

Сборные дома от американской компании Voxabl, которая недавно начала свою деятельность, набирают популярность в своей стране и становятся настоящим трендом среди подобных конструкций.

Их дома представляют собой «коробки» с полным оснащением, коммуникациями и внутренней отделкой (рис. 5). Все основные элементы изготовлены из высококачественной стали, бетона и композитных панелей пенополистирола EPS (вспененного полистирола), которые вакуумированы и ламинированы для прочности. Внутренние стены выполнены не из гипсокартона, а из негорючей, устойчивой и пригодной для повторного использования керамической плитки, состоящей из оксида магния [6].



Рис. 5

Такой подбор материалов обеспечивает прочность, качество, долговечность и низкую стоимость. Отсутствие пиломатериалов и обычных строительных материалов в каркасе — это новый подход, который делает каркас более устойчивым к плесени, гниению, вредителям, огню, ветру и воде. В разложенном состоянии дом имеет площадь 35 м² (рис. 6). Внутренние панели имеют выходы для воды и канализации с одной стороны, на которой предварительно установлена сантехника. По всему блоку внутренние панели имеют предварительно вырезанные каналы в пенополистирольной плите, позволяющие размещать электрические провода для обеспечения достаточного количества электрических розеток и предварительно установленного встроенного освещения [7].

Панели из оцинкованной стали соединяются друг с другом, образуя герметичный шов для создания стен и потолков, а экструзии из ПВХ служат петлями и прокладками для предотвращения проникновения воды.



Рис. 6

Также одной из особенностей продукции Voxable является возможность приобретения сразу нескольких секций, чтобы при помощи фирменных креплений соединить их в целые здания. Разрешенная конструктивная высота таких соединений не должна превышать 5 этажей [8].

Преимущества

Удобный формат жилья

Доступный ценник

Недостаток

Долгая установка (4—5 часов)
по сравнению с другими
рассмотренными моделями

Анализ сборного жилья компании Voxable показывает, что их продукт является сбалансированным по характеристикам и возможностям, которые он может предоставить.

Исходя из анализа сборных домов, представленных на рынке, выявлены лучшие решения с целью применения их в создании отечественного продукта, соответствующего реалиям нашей страны.

Будущие дома должны соответствовать следующим критериям:

- 1) прочность;
- 2) долговечность;
- 3) влаго- и термоустойчивость;
- 4) ценовая доступность;
- 5) простота перевозки;
- 6) быстрота установки.

Для обеспечения влаго- и термоустойчивости необходимо оценить климатическую ситуацию в стране (табл.).

Название округа	Средняя температура воздуха, °С			
	январь	отклонение	июль	отклонение
Центральный федеральный округ	–1,0	9,1	19,5	1,5
Северо-Западный федеральный округ	–6,9	7,6	16,3	1,4
Южный федеральный округ	–0,5	4,8	26,0	2,9
Северо-Кавказский федеральный округ	–0,5	3,1	24,4	2,8
Приволжский федеральный округ	–4,5	9,4	21,5	2,4
Уральский федеральный округ	–14,3	7,4	17,9	2,3
Сибирский федеральный округ	–18,5	6,3	15,8	0,8
Дальневосточный федеральный округ	–27,3	3,1	15,4	1,4

Согласно данным Росстата о средней месячной температуре по субъектам Российской Федерации в 2020 году [9] самая низкая средняя температура была на Дальневосточном ФО и составляла –27 °С с отклонением в 3 °С, самая высокая в Южном ФО — +26 °С с отклонением в 3 °С. Таким образом будущая конструкция должна выдерживать мороз до –30 °С, сохраняя при этом достаточное количество тепла для пребывания человека, а также летний жар до +30 °С. Принимая во внимание такой большой разбег в температуре правильным решением будет создание двух вариантов сборного дома — утепленный для холодных регионов и облегченный для теплых.

В качестве утеплителя в сердцевине поверхностей предлагается использовать экструдированный пенополистирол, так как он обладает хорошими теплоизолирующими свойствами, а также закрытой структурой ячеек, что делает его более влагозащищенным на фоне других утеплителей. Это означает, что даже в самых неблагоприятных условиях материал способен сохранять свои качества. Для расчета толщины утеплителя воспользуемся формулой

$$R = p / k,$$

где R — показатель теплосопротивления; p — толщина утеплителя; k — коэффициент теплопроводности.

Так как самым холодным является Дальневосточный ФО, в расчетах используется его средний показатель теплосопротивления, равный 3,9

$$3,9 = \frac{P}{0,03}, \quad p = 0,117.$$

Согласно расчету 117 мм данного утеплителя будет достаточно для региона. Так как пенополистирол имеет стандартизованные размеры, то в стене будут использоваться 2 плиты толщиной 60 мм, что в сумме даст 120 мм утепляющего материала.

Прочность и влагозащита дома достигается за счет использования стали в каркасе здания и бетона в основании. Это позволит будущему строению переживать различные погодные условия без риска протекания или разрушения.

Для установки дома необходима подготовленная площадка с фундаментом. Тип фундамента не имеет значения, так как конструктивом дома предусмотрен монтаж на любой из них. Крепление основания к фундаменту осуществляется по принципу встроеного соединения колонны (рис. 7) [10].

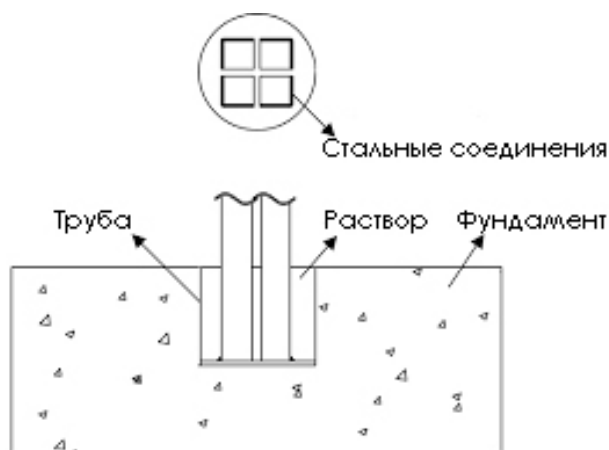


Рис. 7

Принцип раскладывания основан на системе, разработанной Voxble, а форма строения в сложенном виде будет представлять из себя короб по размерам контейнера $12,2 \times 2,4 \times 2,9$ м, что позволит перевозить такой дом до места назначения без специальных средств доставки (рис. 8).



Рис. 8

Территория России огромна, она охватывает более 17 млн км² и 4 климатических пояса. Развитие технологий сборных домов позволит в будущем обеспечить население отдаленных частей доступными мобильными вариантами современного жилья.

Библиографический список

1. Structural Response of Modular Buildings – An Overview / A. Lacey, W. Chen, H. Hao, K. Bi // Journal of Building Engineering 16. Декабрь 2017. URL: https://www.researchgate.net/publication/321861573_Structural_Response_of_Modular_Buildings_-_An_Overview (дата обращения: 02.12.2022).
2. Федеральная служба Государственной статистики — Численность населения Российской Федерации по муниципальным образованиям на 1 января 2022 года. URL: <https://rosstat.gov.ru/compendium/document/13282> (дата обращения: 01.12.2022).
3. Федеральная служба государственной статистики Российский статистический ежегодник 2021 / Russian Statistical Yearbook 2021 — Средняя месячная температура воздуха по субъектам Российской Федерации в 2020 г. URL: https://gks.ru/bgd/regl/b21_13/Main.htm (дата обращения: 02.12.2022).
4. Официальный сайт компании Brette Haus PREFABRICATED & FOLDABLE HOUSES. URL: <https://brette.haus> (дата обращения: 01.12.2022).
5. Andrea, LoCNN Style — The portable home that builds itself in under ten minutes 19 июля 2017. URL: <https://edition.cnn.com/style/article/ubox-prefab-home/index.html> (дата обращения: 01.12.2022).
6. *Jamie Robinson*. THE SPACES — This prefab home builds itself in under 10 minutes URL: <https://thespaces.com/prefab-home-builds-10-minutes/> (дата обращения: 02.12.2022).
7. Todd Quinones 13 KTNV Las Vegas news — North Las Vegas company creating affordable housing in a box, 14 мая 2021. URL: <https://www.ktnv.com/positivelylv/north-las-vegas-company-creating-affordable-housing-in-a-box> (дата обращения: 03.12.2022).
8. Mary Meisenzahl Insider — These shipping containers unfold into \$50,000 tiny homes that can be stacked into custom buildings — here's how they work, 7 августа 2020. URL: <https://www.businessinsider.com/boxabl-tiny-homes-shipping-containers-2020-5> (дата обращения: 03.12.2022).
9. Официальный сайт компании Voxable, раздел информации. URL: <https://www.boxabl.com/faq> (дата обращения: 03.12.2022).

Н. И. Борисова, В. В. Христенко, Э. Б. Кадыров

*Волгоградский государственный технический университет,
Волгоград, Российская Федерация*

ИННОВАЦИОННОЕ РАЗВИТИЕ СТРОИТЕЛЬНОЙ ОТРАСЛИ КАК ФАКТОР УЛУЧШЕНИЯ ИНФРАСТРУКТУРЫ СОВРЕМЕННОГО ГОРОДА

Рассматривается одно из перспективных направлений инновационного развития строительной отрасли России в виде внедрения технологий информационного моделирования. Также представлены преимущества применения технологий информационного моделирования на всех этапах строительного цикла объекта строительства. Рассмотрен мировой и российский опыт применения BIM-технологий. Авторами предлагается для разработки и реализации программа по развитию строительной отрасли в нашем регионе, на основе применения 3D-печати и 3D-технологии. Рассмотрены преимущества технологии 3D-печати в строительстве, а также приводится сравнение применения технологии 3D-печати с традиционным методом строительства.

Ключевые слова: строительная отрасль, инновационное развитие строительной отрасли, технологии информационного моделирования, BIM-технологии, технологии 3D-печати, 3D-принтер.

Введение

Строительная отрасль является ключевой и важной отраслью российской экономики, которая способствует более эффективному развитию производственного потенциала нашей страны и увеличению производственных мощностей большинства российских предприятий. Динамика увеличения темпов строительства влияет на темпы роста валового внутреннего продукта, что показывает высокую значимость данной отрасли в развитии экономики РФ, которая также выступает индикатором решений как технического, так и социального характера [1, 2].

Строительство уже много веков занимает одно из важнейших мест в жизни человека. Без этой сферы хозяйственной деятельности просто невозможно обойтись. Строительство — сложный многофакторный процесс, требующий больших затрат экономических и производственных ресурсов. В связи с чем возникает множество экономических проблем, влияющих на развитие строительства и инфраструктуры современного города в целом. Монополизированность строительной сферы, коррупционная составляющая, административные преграды, высокая изношенность материальной базы делают задачу повышения качества строительства труднореализуемой [3]. Все это ведет к снижению качества строительства и, как следствие, к ухудшению условий комфортности проживания, снижению безопасности жизни людей, проживающих в некачественно построенных жилых зданиях и работающих в промышленных зданиях и сооружениях.

Инновационное развитие строительной отрасли

В современных экономических условиях одним из перспективных направлений инновационного развития строительной сферы России является использование технологий информационного моделирования (ТИМ) в области как промышленного, так и гражданского строительства. Данное направление включает в себя, в первую очередь, сбор и комплексную обработку архитектурно-конструкторской, технологической, экономической и другой информации об объекте строительства, что помогает принимать более эффективные управленческие решения при формировании и реализации любого проекта строительства. Практика применения ТИМ показывает их преимущества на всех этапах строительного и жизненного цикла объекта [4].

На первом этапе — этапе проектирования:

- формирование высокого качества проектной документации;
- выявление и своевременная ликвидация «узких мест» в разделах проекта до начала строительства;
- расчет и формирование качественной сметной документации в короткие сроки;
- своевременное внесение каких-либо изменений в проектные решения;
- уменьшение сроков проведения государственной экспертизы проектной документации.

На втором этапе — этапе строительства:

- повышение качества работ по планированию, закупке и поставке производственных ресурсов;
- правильный выбор эффективной стратегии процесса строительства;
- эффективная координация работ всех участников строительного процесса;
- обеспечение своевременного контроля за процессом строительства;
- обеспечение оценки эффективности подрядных организаций;
- обеспечение более эффективного контроля за расходом строительных материалов.

На третьем этапе — этапе эксплуатации:

- создание электронного паспорта объекта строительства для его более эффективной эксплуатации, а также формирование и сохранение архива всей информации об объекте строительства;
- минимизация затрат и расходов на содержание объекта строительства;
- формирование неограниченного срока хранения и многократного использования информационной модели.

Если рассматривать мировой уровень, то опыт ОАЭ как страны, шагающей в ногу с НТП, показывает, что самыми важными составляющими научно-технического прогресса являются планирование и инновации. На протяжении нескольких лет в стране инноваций ОАЭ планируются и реализуются множество интереснейших инновационных проектов. Со слов вице-президента и премьер-министра ОАЭ, более 25 % всех зданий в Дубае к 2030 году будут возведены с помощью 3D-печати [5].

За последние годы в США наблюдается бум применения BIM-технологий, который составил 400 %. BIM — это информационное моделирование здания, сбор и обработка всей информации о строении: архитектурно-конструкторской, технологической, экономической и т. д. В итоге с помощью BIM объект проектируется как единое архитектурное, экономическое и технологическое целое, и если поменять параметры в какой-либо одной области, они автоматически меняются в другой. По мнению специалистов, в ближайшем будущем ожидается бурное развитие данного направления [5, 7].

В России 3D-технологии только начинают внедряться. В 2016 году «Росатом» на выставке представил первый отечественный промышленный 3D-принтер для металлических материалов. Сейчас уже в интернет-магазинах представлены различные варианты такой техники. Самый первый в России 3D-печатный дом возведен в 2017 году в г. Ступино Московской области (рис. 1). Данный строительный объект был распечатан на мобильном промышленном 3D-принтере компании Apis Cor и ее партнерами (Гк «Пик», Samsung, «Технониколь», Vitex Reibeputz, «Фабрика окон»). Общая площадь дома составила 38 м². А самое главное, на постройку этого дома ушло всего 593 568 рублей, вместе с отделкой и обстановкой. Дом способен выдержать температуру до –60 по Цельсию, имеет высокий уровень звукоизоляции и срок эксплуатации до полувека, при таких минимальных затратах [8].

Следует отметить, что проблема отсутствия нормативов препятствует использовать на практике 3D-оборудование в деятельности большинства российских строительных предприятий и организаций. 3D строительная печать — это будущее многоэтажного строительства.



Рис. 1. Первый дом, напечатанный на 3D-принтере в России [8]

Также 3D строительная печать раскрывает неограниченные возможности ее использования в малоэтажном строительстве, в строительстве летних домов, гаражей, различных беседок, каких-либо ландшафтных построек, бассейнов, уличной мебели, заборов, ЖБИ, архитектурных элементов для благоустройства территории. Все это может стать сферой деятельности средних и малых строительных организаций, что позволит лучше благоустроить любой российский город и перейти строительной отрасли на новый более высокий уровень развития.

Таким образом, в мировом сообществе наблюдается прогрессивное и стремительное инновационное развитие строительной отрасли посредством различных инновационных технологий.

Основа современного строительства — это прочный фундамент и перекрытия, низкий уровень затрат. Данные условия могут обеспечить инновационные технологии, которые постоянно совершенствуются. Несомненно, в перспективе строительство домов будет дешевым, благодаря применению инновационных технологий. В связи с этим авторами предлагается разработка и реализация программы по развитию строительной отрасли в нашем регионе (рис. 2).

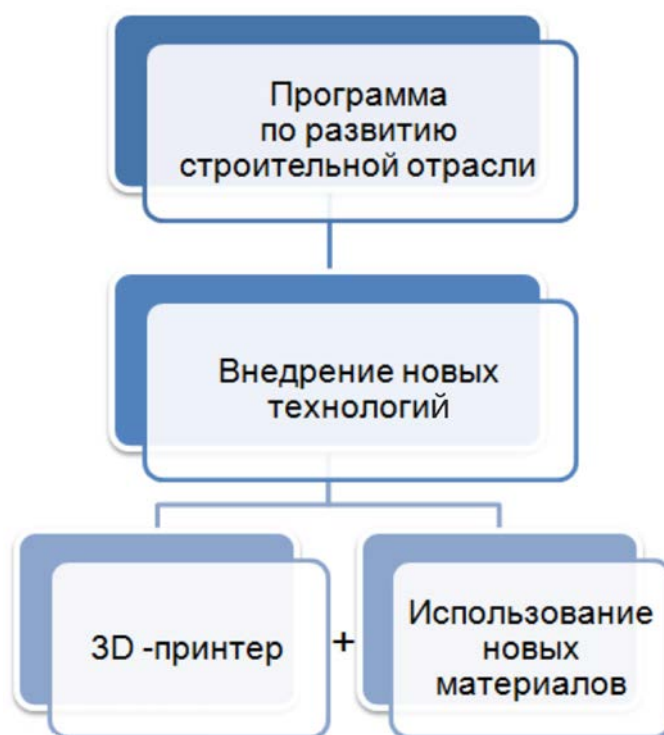


Рис. 2. Направления программы по развитию строительной отрасли в Волгоградской области

Общая характеристика технологии

3D-печать — это мощный толчок для дальнейшего развития данной отрасли. 3D-технология подразумевает 2 ступени:

- 1) создание компьютерной модели;
- 2) печать объекта.

Бетонная смесь распределяется из бункера через специальное отверстие и послойно наносится в нужном месте. В смесь добавляется специальный агент, ускоряющий ее застывание. Это не только увеличивает скорость, но и значительно повышает надежность строительства. Мобильный строительный 3D-принтер устанавливается внутри либо снаружи объекта, который осуществляет вращательные и поступательные движения в трех плоскостях. Печатающая головка постепенно перемещается по заданной траектории и производит последовательное наложение бетона (рис. 3).

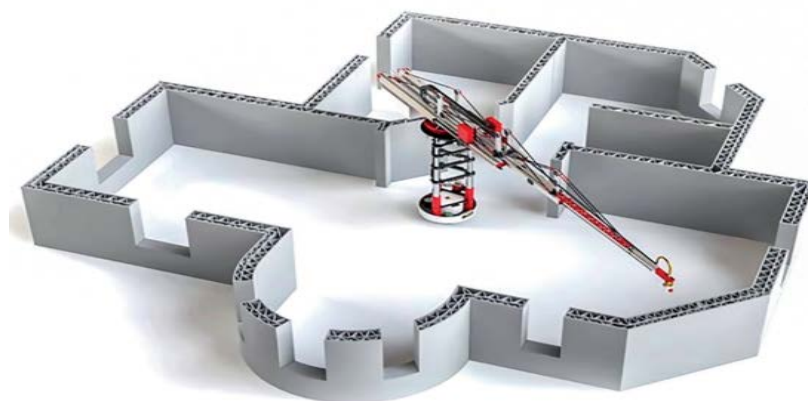


Рис. 3. Принцип работы 3D-принтера

Преимущества технологий 3D-печати очевидны (табл.). Приобретение 3D-принтера значительно ускорит темпы возведения строительных объектов, а также существенно увеличит прибыльность и рентабельность строительных организаций. Также видно, что приобретение принтера позволяет убрать несколько позиций на этапе строительства, таких как набор строительной бригады, использование инструментов, закупка и транспортировка строительных блоков и прочих конструкций, утилизация мусора (рис. 4.)

Преимущества технологии 3D-печати в строительстве

Преимущества	Характеристика
1. Экономичность	Минимизация трудозатрат, сроков строительства, затрат на строительные материалы
2. Экологичность	Минимизация отходов строительного производства, сокращение негативного влияния на окружающую среду
3. Архитектурные возможности	Безграничные возможности воплощения в жизнь любой идеи архитекторов и дизайнеров
4. Геометрия, качество	Отсутствие отклонений по углам, печать ведется строго по проекту. Точная геометрия в 3D-плоскостях в соответствии с заданной в компьютере программой (до 0,5 мм)
5. Скорость строительства	Средняя скорость печати современного строительного принтера около 7...10 м/мин
6. Экономия труда	Для обслуживания 3D-принтера достаточно двух-трех работников

Стоимость 3D-принтера для строительства отличается у различных моделей в зависимости от скорости работы, а также от размеров блоков, которые они могут производить. Российская компания «Спецавиа» в г. Ярославле как производитель профессионального оборудования, несколько лет назад освоило выпуск строительных 3D-принтеров. Примерный диапазон стоимости 3D-принтеров российской компании «Спецавиа» в зависимости от марки и характеристик от 960 000 до 3 900 000 рублей. А в 2017 году в городе Москве создана дочерняя компания «АМТ» (Additive Manufacturing Technologies) с целью разработки и производства строительных 3D-принтеров, а также их продаж и сервисному обслуживанию. В настоящее

время ассортимент компании состоит из нескольких вариантов разных размеров [8].

Купить 3D-принтер для строительства домов — значит сделать выгодное капиталовложение. Выгода от такого приобретения более чем очевидна, ведь использование этого устройства заметно снижает затраты на возведение построек, также неоднократно окупит себя за срок своей эксплуатации. При этом качественное и недорогое сырье позволяет еще более оптимизировать статью расходов. Цена такой смеси минимальна от 1700...2800 руб/т — дешевле товарного бетона. Наглядно это можно увидеть на рис. 4.

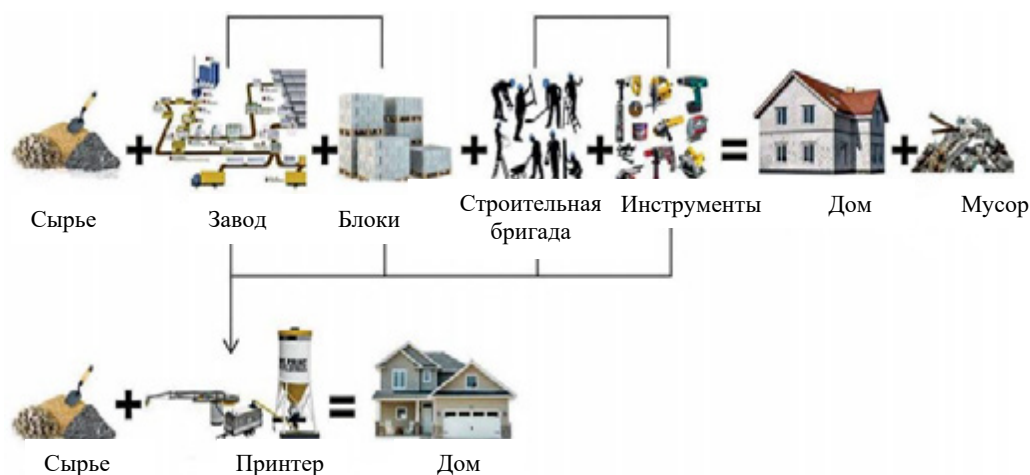


Рис. 4. Сравнение применения технологии 3D-печати с традиционным методом строительства

Заключение

Мировой уровень показывает прогрессивное и стремительное инновационное развитие строительной отрасли при применении инновационных технологий. В России также данная отрасль не стоит на месте, обновляется нормативная база, внедряются ТИМ-технологии, разрабатываются жилищные программы. Важно перенимать зарубежный опыт и активно сотрудничать с зарубежными строительными компаниями, что позволит выйти строительной отрасли РФ на новый уровень развития.

Библиографический список

1. Градостроительный кодекс Российской Федерации. Принят Государственной Думой от 08.04.98 № 73-ФЗ [Электронный ресурс]. URL: <http://www.consultant.ru> (дата обращения: 14.12.2022).
2. Гражданский кодекс Российской Федерации (часть вторая) от 26.01.1996 № 14-ФЗ (ред. от 05.12.2017) [Электронный ресурс]. URL: <http://www.consultant.ru> (дата обращения: 14.12.2022).
3. Ахиезер А. С. Качество городской среды как фактор интенсификации производства // Проблемы качества городской среды. М., 1989. С. 29.
4. Ашнина Ю. А., Борисова Н. И., Борисов А. В. Оценка состояния строительной отрасли на уровне современного города // Экономика и предпринимательство. 2016. Ч. 2. № 4. С. 922—925.

5. *Борисова Н. И., Борисов А. В., Ашнина Ю. А.* Экономические проблемы развития жилищного строительства на территории Волгоградской области // Жилищные стратегии. 2016. Т. 3. № 1.

6. *Казакова Н. В.* Экономика и организация инвестирования в строительстве : учеб. пособ. М. : Альфа-М ; НИЦ ИНФРА-М, 2012. 256 с.

7. *Макевнина П. А., Ашнина Ю. А., Борисов А. В.* Проблема улучшения жилищных условий населения России и ее регионов в новых экономических условиях // Экономика и предпринимательство. 2016. Ч. 1. № 10. С. 1218—1223.

8. Официальный сайт Комитета строительства Волгоградской области [Электронный ресурс]. URL: <http://oblstroy.volganet.ru/> (дата обращения: 14.12.2022).

Ю. В. Гущина, Н. С. Макрушин

*Волгоградский государственный технический университет,
Волгоград, Российская Федерация*

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПРОЕКТИРОВАНИЯ СТРОИТЕЛЬНОГО ГЕНЕРАЛЬНОГО ПЛАНА НА ОСНОВЕ BIM-МОДЕЛИРОВАНИЯ

Рассматриваются новейшие проекты BIM, перспективные методики их реализации на генеральном плане, положительные стороны технологии BIM: интеллектуальная параметризация, наличие в модели всей проектной информации об объекте в 3D, возможность доработки генерального плана с прикреплением к бюджету и дате, принятие конкретных проектных решений, расчет компонентов здания, анализ эксплуатационных характеристик объекта, содержание проектной документации, составление смет и планов, связанных со строительством объекта, управление и контроль, связанные с возведением зданий. Также представлены предполагаемые экономические эффекты от внедрения, использования BIM на всех стадиях строительного процесса.

Ключевые слова: BIM, информационное моделирование зданий, строительный генеральный план, Building Information Modeling.

Введение

В современных условиях строительная или инфраструктурная работа уже практически не может продуктивно осуществляться на основе устаревших методов, которые предполагают и оказывают сопровождение работе с «рукотворным» объектом. В общем, результат обработки данной информации упорядоченным образом становится все сложнее. Для того чтобы преодолеть этот информационный «вызов», была разработана концепция информационной модели здания (рис. 1) — BIM (Building Information Modeling).



Рис. 1. BIM-модель здания

Общей целью BIM-технологий является разработка виртуальной модели строительства, которая будет достаточно максимально приближена к реальности. На основании предоставленной модели будет выпущена вся необходимая

документация, чтобы пройти все этапы строительства и дальнейший эксплуатации. В BIM-моделировании участвуют архитекторы, инженеры, BIM-менеджеры, конструкторы, технологи и т. д. [1].

Основными возможностями информационного моделирования зданий в настоящее время являются:

- проектирование объекта в трехмерном пространстве;
- возможность автоматической выдачи чертежей и спецификаций [2];
- наличие в моделях полной информации по объекту;
- интеллектуальная параметризация;
- возможность доработать строительный генеральный план с привязкой к бюджету и дате без особых проблем [3].

В связи с возможностью сокращения продолжительности разработки строительного генерального плана в системе BIM, а также наличием возможности внесения мгновенных изменений в него, объединяя все решения проекта в одном пространстве, руководитель может увидеть результат строительства за долгое время до начала работ, создав цифровую модель здания (рис. 2). Часто, используя термин BIM, подразумевается не только «3D-визуализация», но и «4D-визуализация», «5D-визуализация» [4]. Это связано с тем, что система учитывает большое количество изменений пространства, что предполагает взаимосвязь с календарным планом строительства, а также с экономическими показателями строительства объекта в целом [5].

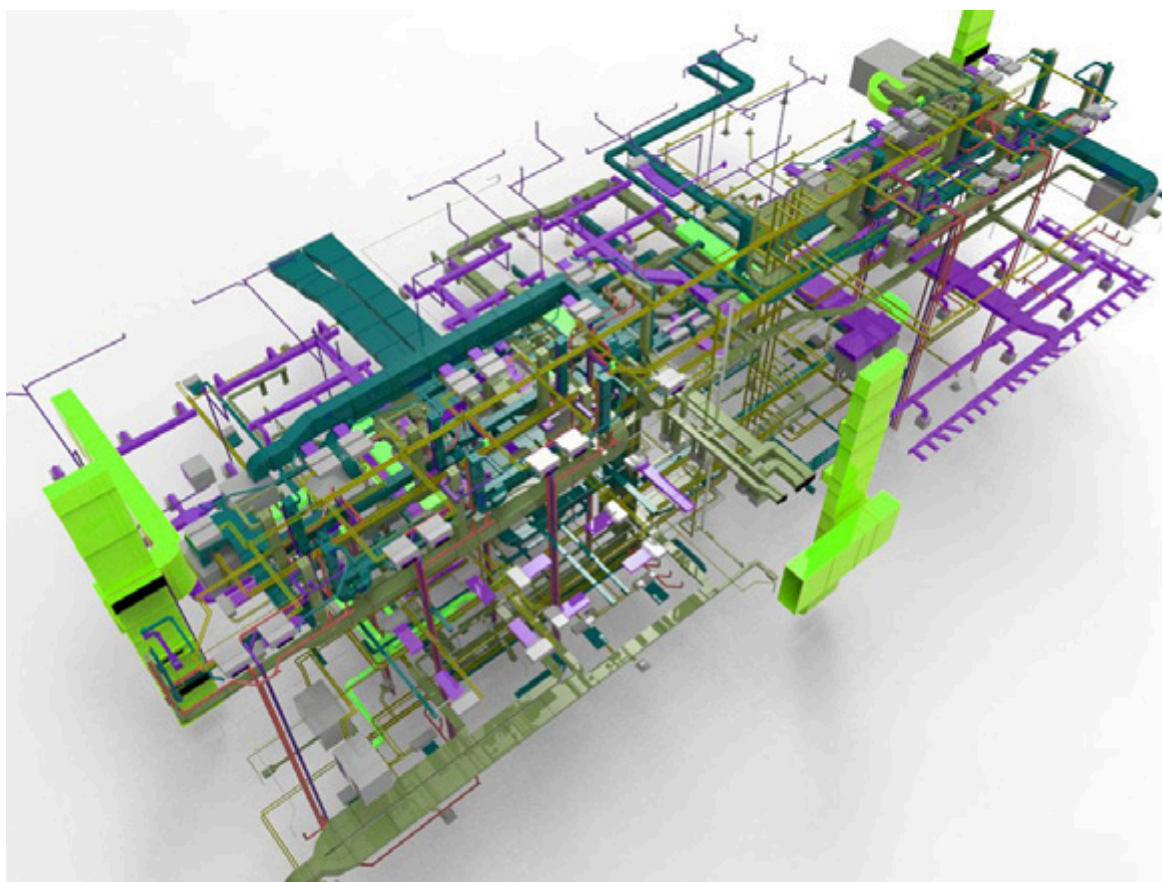


Рис. 2. Цифровая модель жилого дома в Волгограде

Одним из ключевых составляющих в инновационном подходе BIM-моделирования является возможность визуально моделировать процесс строительства непосредственно в рамках проекта, в котором каждый участник проекта может наблюдать за выполнением заложенных технических решений и сотрудничать с участниками проекта [6]. В процессе моделирования объекта есть возможность наблюдать за работой, предусмотренной проектом, оборудованием и делать выводы о соответствии его параметрам [7].

Если речь идет о работе со зданием после окончания строительства по проектному плану, а также в период эксплуатации, здесь информационное устройство здания является объемной базой данных этого здания, управляемой специальной компьютерной программой или комплексом таких программ [8].

Данная информация необходима:

- для принятия конкретных проектных решений;
 - расчета компонентов здания и узлов;
 - анализа эксплуатационных характеристик объекта;
 - составления документации по проекту [9];
 - составления строительных генеральных планов;
 - заказа и производства материалов;
 - контроля и управления строительством здания;
 - дальнейшей эксплуатации на протяжении всего жизненного цикла объекта;
 - эксплуатации здания как коммерческой зоной;
 - проектирования планов ремонта или реконструкций [10];
- и других целей.

Стадия строительного генерального проектирования в соответствии с нормативными требованиями

Проекты с использованием модели BIM подразумевают строительство объектов гражданской сложности, включая нестандартную, уникальную архитектуру [11].

Этапы:

- 1) формирование архитектурного концепта LOD200 и Генерального плана, защиты АГР, выполнение необходимых соглашений;
- 2) разработка проектов BIM в LOD300, подготовка проектной документации и прохождение экспертизы;
- 3) разработка проектов BIM в LOD400, подготовка рабочей документации;
- 4) создание календарных планов строительства в 3D, визуализация строительства с учетом финансов в 5D [12];
- 5) контроль всех этапов строительства, авторские надзоры.

Состав основного комплекта генпланов для этапа проектирования:

- 1) пояснительная записка;
- 2) ситуационный план;
- 3) схема организации земельного участка (генеральный план);

- 4) рельефный план (вертикальная планировка);
- 5) план земляных масс;
- 6) план облагораживания участка;
- 7) схема транспортного передвижения;
- 8) план сетей инженерно-технического обеспечения [13].

Взаимодействие прежних и современных подходов к проектированию

Проектирование объектов при помощи информационного моделирования — это в первую очередь сбор, хранение и комплексная обработка в процессе проектирования и планировки всей архитектурной, технологической и экономической информации строительного объекта со всеми его взаимосвязями и зависимостями, при этом здание и все, что связано с ним, рассматривается как единый комплекс [14]. Правильное наблюдение за этими взаимосвязями, а также наиболее полная классификация, хорошо организованное и обдуманное структурирование, используемые при проектировании объектов, удобный и эффективный инструмент доступа и работа с имеющимися данными, возможность правильного распоряжения и передачи данной информации или результатов ее анализа для дальнейшего использования во внешние структуры — это основные компоненты информационной модели здания, которые определяют ее дальнейшее предназначение [15].

Планы, фасады и разрезы, которые ранее являлись беспрецедентными основами в проектировании, а также все остальные рабочие документы, визуальные изображения и другие виды представления проектов сейчас остаются лишь частными результатами этой информационной модели (рис. 3) [16].

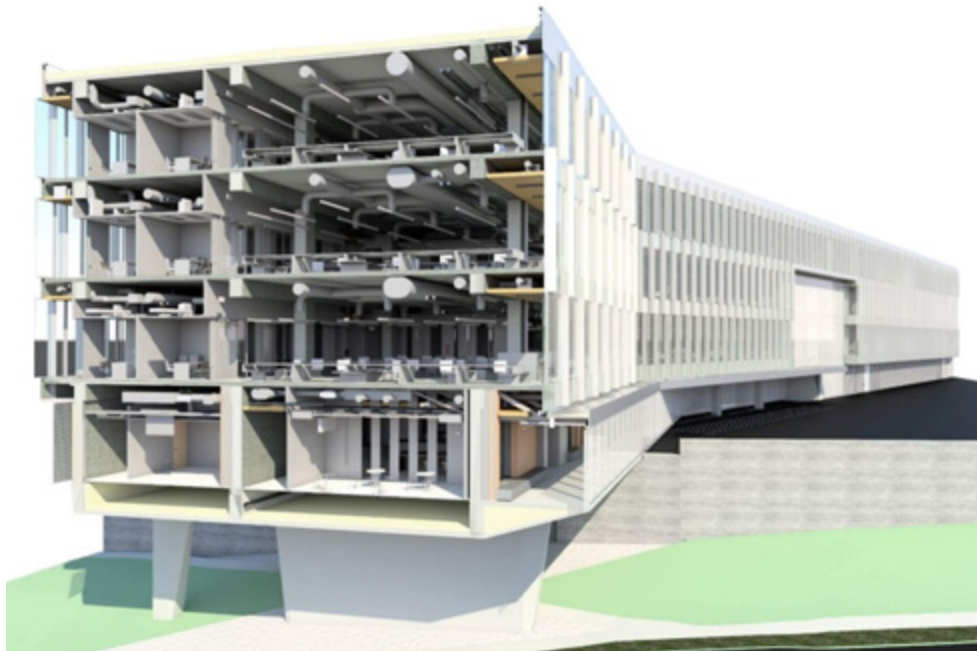


Рис. 3. Проектирование жилого дома с использованием BIM-модели

Одно из главных преимуществ BIM — возможность полностью работать с моделью, используя абсолютно все ее виды. Для таких целей, в частности, прекрасно подойдут привычные для проектировщиков планы и фасады,

а также разрезы, хотя новое поколение пользователей предпочитает работать сразу в 3D (рис. 4) [17].

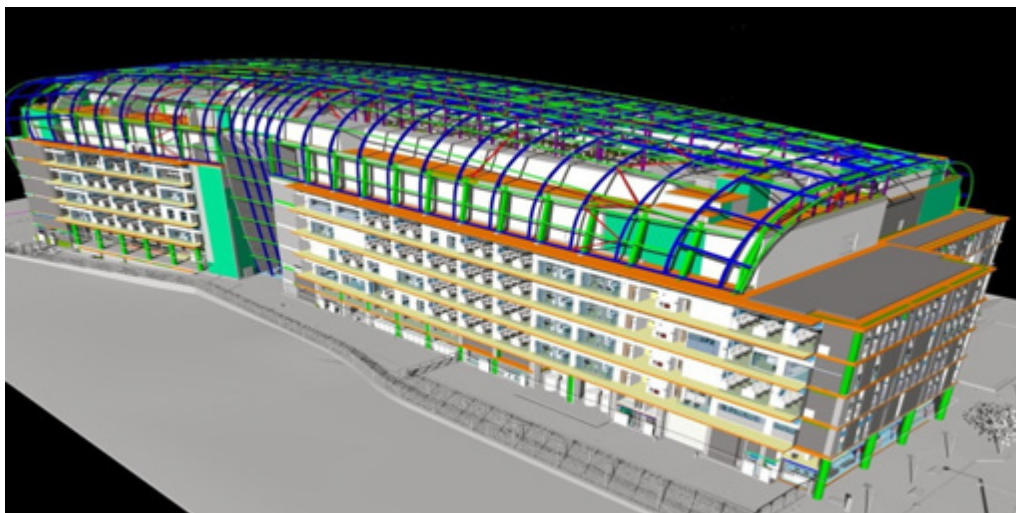


Рис. 4. Проектирование торгового центра с использованием BIM-технологий

В данной ситуации кто-то может видеть явные противоречия: если уходим в проектирование от плоских элементов до информационной модели, мы сохраняем право формирования этой модели за плоскими элементами. Думается, здесь нет никаких противоречий [18]. Надо учитывать, что информационные модели зданий не заменяют классические, а развиваясь, логично вписываются в них (рис. 5) [19].



Рис. 5. Строительство объекта с использованием BIM-технологий

По сравнению с классическим подходом, работа с плоскими проекциями доступная и привычная, поэтому удобная для большинства. Но это не единственная методика работы с моделями [20]. С новым методом проектирования

работа плоских проекций перестает быть чисто чертежной или геометрической, она становится информационной, так как плоские проекции фактически играют роль своего рода окна, через которое мы видим модель [21].

Таким образом, проанализировав и испытав различные программы, являющиеся главным и основным достоинством данного подхода, нам удалось установить важнейшие преимущества применения информационной модели здания, существенно облегчающие работу с объектом по сравнению с прежними формами проектирования. Первым и основным аргументом в пользу BIM-технологий выступает 3D-визуализация проекта, являющаяся самым распространенным способом их применения и позволяющая управлять процессами строительства объекта на всех его стадиях.

Разработка здания в качестве 3D-модели предоставляет возможность сопоставить и выбрать оптимальные проектные решения и наилучшим образом преподать проект заказчику или различным согласующим органам. Еще одним не менее важным преимуществом является централизованное хранение данных в модели, обеспечивающее эффективное и простое управление вносимыми изменениями. Примечательно, что внесение определенных корректив в проект сопровождается моментальным отображением данных действий во всех представлениях: на планах этажей, фасадах или разрезах. Это также многократно увеличивает скорость создания проектной документации и в разы снижает вероятность возникновения ошибок.

Для строительных организаций BIM-технологии способствуют:

- нахождению рентабельного варианта, принятию важных решений на каждом этапе профессиональной деятельности;
- при помощи аналитического инструментария программы получению на всех этапах оперативной аналитической информации, обеспечению заказчика актуальными данными для стратегического мониторинга и планирования;
- автоматизации наиболее трудоемких процессов по вычислению конструкторских показателей, приемлемого количества необходимых материалов и оборудования;
- правильному и детальному составлению ведомостей и документации;
- автоматическому внесению корректировок в чертежи, расчеты, календарный план и т. д. при наличии изменений в проекте;
- созданию эффективного плана организации рельефа, определению рационального количества изыскательных работ и оформления картограммы;
- разработке продуманной сводной схемы инженерных сетей;
- точной оценке стоимости строительства и ее снижению;
- контролю полноценного выполнения каждой стадии сооружения объекта;
- соблюдению общепринятых требований по безопасности, охране окружающей среды и труда;
- координации выполнения действий во всех отделах и их взаимосвязь.

На сегодняшний момент BIM-технологии не развиты на высоком уровне, поэтому во многих проектных организациях с помощью BIM-технологий

осуществляется разработка только отдельных частей проектов. Для примера, с помощью этих технологий проектируются отдельные узлы, отдельные части зданий и сооружений, разрабатываются определенные документы, но не более того. Частично это объясняется отсутствием данных программ в программе обучения студентов строительных специальностей, отчасти — отсутствием средств на закупку лицензионных программных пакетов, отчасти это происходит из-за того, что руководитель строительной организации в ряде случаев не может полностью оценить результаты внедрения BIM-технологий.

Большинство знают, что основным критерием эффективности реализации проекта является удовлетворение заказчика. Существует такое понятие, как Request for information (RFI), смысл его заключается в том, что один из участников задает много уточняющих вопросов. Данное явление не всегда приводит к лучшему пониманию вопроса, но часто увеличивает сроки выполнения задачи. Информационная модель проекта должна быть максимально детализированной и готовой для использования, естественно, когда она точная, у участников меньше вопросов друг к другу. Разработанная с помощью BIM-технологий модель позволяет всем участникам процесса лучше понять друг друга на раннем этапе сотрудничества. Это приводит к снижению RFI, участники проекта начинают принимать более взвешенные решения, потому что им для этого хватает информации.

Лучше всего эффективность BIM-технологий демонстрирует график Патрика Макклими (рис. 6).



Рис. 6. График Патрика Макклими

Данный график наглядно показывает сравнительный момент стандартного метода работы над строительным проектом и работу с применением BIM. Стоит обратить внимание, что на графике отражены различные стадии проекта — от проектирования до эксплуатации. Основные решения, как правило, принимаются на стадии строительства, что естественно влечет за собой большие затраты, в связи с чем вносятся изменения в план и увеличение финансирования. Как уже говорилось ранее, этап проектирования менее затратный и поэтому считается, что внесение изменений на ранних стадиях проекта является наиболее эффективным и менее затратным. Основные изменения должны вноситься в проект на этапе его детального моделирования. Это подразумевает внедрение новых технологий, использование программного обеспечения достойного уровня, позволяющего эту информацию производить.

Результатом проектирования по новой методике является модель, а большое количество чертежей и документации теперь лишь одна из форм представления модели [22]. Некоторые органы экспертизы, например «Мосгосэкспертиза», уже начали принимать информационное моделирование, но пока в качестве дополнения к классическому набору бумажных документов, так как BIM еще не получила законодательного признания [23].

Из представленных данных следует, что работа системы BIM позволяет изменять и корректировать модель на любой стадии развития [24]. В каждом элементе модели BIM содержится информация. При изменении данных единицы, изменение автоматически будет внесено во все такие компоненты модели BIM, открыв множество возможностей, например, габариты, высота над уровнем этажа, производитель и т. д. [25].

Библиографический список

1. *Талапов В. В.* Основы BIM: введение в информационное моделирование зданий. М. : ДМК Пресс, 2011.
2. *Козлова Т. И.* Информационная модель недвижимого объекта культурного наследия как новый инструмент работы в музеефикационной практике // Вестник Томского государственного университета. История. 2013. № 3(23). С. 33—37.
3. *Гуцина Ю. В., Саушкин Д. А.* Оптимизация календарных планов строительства на основе BIM-моделирования // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Строительство и архитектура. 2020. № 4(81). С. 438—447.
4. *Коному А., Гуцина Ю. В.* Моделирование управления организационно-технологическим проектированием в строительстве // Актуальные проблемы и перспективы развития строительного комплекса : сб. ст. Междунар. науч.-практ. конф., 1—2 декабря 2020 г., Волгоград. В 2 ч. Волгоград, 2020. Ч. 2. С. 161—165.
5. *Чжан Гуаньин.* Технология BIM и моделирование системы доугун для памятников архитектуры Древнего Китая // Вестник ТГУ. Культурология и искусствоведение. 2014. № 1(13). С. 44—55.
6. BIM-технологии в строительстве: функции, развитие и опыт применения / С. Г. Абрамян, О. В. Бурлаченко, О. В. Оганесян и др. // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Строительство и архитектура. 2021. Вып. 1(82). С. 323—332.

7. *Burlachenko O. V., Zlobin V. N., Burlachenko A. O.* Technical Support for the Health of the Reducers of Construction Machines on the Basis of Application Device for the Application of Hard Coatings // *Materials Science Forum*. 2019. Vol. 945. Pp. 724—728.

8. *Соловьева Е. В., Сельвиан М. А.* Основные этапы внедрения технологии информационного моделирования (BIM) в строительных организациях // *Научные труды Кубанского государственного технологического университета*. 2016. № 11. С. 110—119.

9. *Припутин Н. А., Леонова А. Н.* Применение BIM-технологии в строительстве // *Молодежь и новые информационные технологии : Всероссийская научно-практическая конференция молодых ученых в рамках Программы развития деятельности студенческих объединений Череповецкого государственного университета «РАЙОН IT»*. 2016. С. 301—304.

10. Система управления жизненным циклом объектов капитального строительства с использованием цифровых технологий / С. Г. Абрамян, О. В. Бурлаченко, О. В. Оганесян и др. // *Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета*. Серия: Строительство и архитектура. 2021. Вып. 4(85). С. 305—314.

11. *Burlachenko O. V., Chesnokova O. G., Cherednichenko T. F.* Of Using the Ultra-Thin Liquid Thermal Insulation to Insulate the Ceiling above the Basement in Residential Buildings // *Materials Engineering and Technologies for Production and Processing VI. Solid State Phenomena*. Vol. 316. Trans Tech Publications Ltd, Switzerland, 2021. Pp. 1013—1018P'a.

12. *Burlachenko O. V., Chesnokova O. G., Cherednichenko T. F.* The Usage of Modern Inorganic Composite Material in the Design of Insulation of Unheated Smoke-Free Stairwells // *Defect and Diffusion Forum*. Vol. 410. : *Materials Engineering and Technologies for Production and Processing VII* / ed.: A. A. Radionov. Scientific.net, 2021. Pp. 599—604.

13. *Burlachenko O. V., Chesnokova O. G., Cherednichenko T. F.* Research of Thermophysical Properties of the Ultrathin Liquid Heat-Insulation [Электронный ресурс] // *Solid State Phenomena*. Vol. 284 : *Materials Engineering and Technologies for Production and Processing IV : 4th International Conference on Industrial Engineering (4th ICIE 2018)* / ed. by Andrey Radionov. Switzerland : Trans Tech Publications, 2018. Pp. 1080—1085.

14. *Burlachenko O. V., Ivanov M. V.* Increase of Durability Transmission Mechanism Based on the Laser Processing Improvement // *Procedia Engineering*. Vol. 150 : *2nd International Conference on Industrial Engineering (ICIE-2016)* / ed. by A. A. Radionov. [Elsevier publishing], 2016. Pp. 464—467.

15. *Guschina Yu. V., Nikolaev Yu. N., Chernikov A. A.* Management of organizational and technological design in construction based on information modeling (BIMtechnologies) // *IOP Conference Series : Materials Science and Engineering*. International Scientific Conference «Construction and Architecture: Theory and Practice of Innovative Development» (CATPID 2020) 16th-17th December 2020, Nalchik, Russian Federation / eds. B. Yazyev [et al.] ; Don State Technical University. IOP Publishing, 2021.

16. *Guschina Yu. V., Nemuhina T. A., Danahov A. A.* Перспективные направления организационно-технологического проектирования в строительстве с использованием BIM-технологий // *Актуальные проблемы и перспективы развития строительного комплекса : сб. ст. Междунар. науч.-практ. конф., 1—2 дек. 2020 г., Волгоград : в 2 ч. / Волгогр. гос. техн. ун-т. Волгоград, 2020.*

17. *Fil O. A.* Project Cost Management // *Materials of the XI International scientific and practical conference, Trends of modern science*, 2015. Vol. 5. Economic science. Sheffield. Science and education. Pp. 92—96.

18. BIM Handbook: a guide to building information modeling for owners, managers, designers, engineers and contractors [Руководство по информационному моделированию] / Ch. Eastman, P. Teicholz, R. Sacks, K. Liston. New York : John Wiley and Sons, 2011. 640 p.

19. Approaches to classifying building innovations while implementing information modeling and project management / A. N. Dmitriev, I. L. Vladimirova, G. Yu. Kallaur, A. A. Tsygankova // *Journal of Engineering Science and Technology Review*. 2019. № 12(2). Pp. 143—151.

20. *Lieyun Ding, Ying Zhou, Burcu Akinci*. Building Information Modeling (BIM) application framework: the process of expanding from 3D to computable // *Automation in Construction*. 2014. Vol. 46. Pp. 82—93.
21. *Burlachenko O. V., Klochkov D. P.* Increase of the Wear Resistance of Metal Details on the Basis of a Simultaneous Application of the High-Test Cover and Ultrasonic Vibrations // *Procedia Engineering*. Vol. 150 : 2nd International Conference on Industrial Engineering (ICIE-2016) / ed. by A.A. Radionov. [Elsevier publishing], 2016. Pp. 442—447.
22. *Chen J., Wu J., Qu Y.* Monitoring Construction Progress Based on 4D BIM Technology // *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 2020. 21 p.
23. BIM-based claims management system: A centralized information repository for extension of time claims / B. Ali, H. Zahoor, A. R.Nasir, et al. // *Automation in Construction*. 2020. Vol. 110. Pp. 73—80.
24. Integrating 4D BIM and GIS for Construction Supply Chain Management / Y. Deng, V.J.L. Gan, M. Das, et al. // *Journal of Construction Engineering and Management*. 2019. Vol. 145. Pp. 43—45.
25. *Burlachenko O. V., Lyashenko A. A., Ivanov M. V.* Rational modes selection of magnetic treatment of metal surfaces // *MATEC Web of Conferences*. Vol. 224 : International Conference on Modern Trends in Manufacturing Technologies and Equipment 2018 (ICMTME 2018) (Sevastopol, Russia, 10—14 September, 2018) : conference proceedings / ed. by S. Bratan [Электронный et al.] ; Sevastopol State University, National University of Science and Technology «MISiS», Polzunov Altai State Technical University, Inlink Ltd., P'aInternational Union of Machine Builders. [Publisher: EDP Sciences], 2018. 6 p.

А. Т. Инякин, Ю. В. Гущина

*Волгоградский государственный технический университет,
Волгоград, Российская Федерация*

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДОВ ПРОЕКТИРОВАНИЯ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ НА ОСНОВЕ ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

Важнейшее условие обеспечения своевременной сдачи объектов в эксплуатацию, эффективности использования производственных ресурсов в строительстве, улучшения качества строительно-монтажных работ и повышения экономической эффективности деятельности строительных предприятий — это формирование данными организациями оптимальной программы работ, обеспечение рационального использования их производственных средств. Практическое и теоретическое значение работы заключается в том, что в условиях действия рыночных отношений результат производственно-хозяйственной и экономической деятельности строительного предприятия определяет, прежде всего, величина полученной прибыли и достигнутого уровня рентабельности. Научно-техническое новшество состоит в том, что особую актуальность приобретает формирование оптимальных рабочих программ от строительных предприятий. Соответственно, необходимо иметь научно обоснованную методику как формирования производственной программы, так и ее оптимизации.

Ключевые слова: методы проектирования, проектирование в строительстве, организационно-технологическое моделирование, моделирование в строительстве.

В условиях нынешних экономических реалий, конкурентной борьбы и высокой степени ответственности за конечный результат работы, практика планирования строительных мероприятий все более настойчиво ставит вопрос о необходимости оптимизирования производственных программ строительных организаций [1, с. 231—245].

Решение данной проблемы будет содействовать повышению результативности производственно-хозяйственной деятельности предприятий строительства, так как принятие оптимальной программы производства, сбалансированной с потенциалом производства, является важным индикатором ее обоснованности.

Производственная программа — многовариантная задача. Она обуславливается как внешними (тип объекта, условия ввода в эксплуатацию, сроки ввода, объемы строительно-монтажных работ, размеры инвестиций, варианты инвестиций), так и внутренними факторами (используемая техника и технология производства, способы организации и управления, распределения программы по исполнителям) [2, с. 66—68].

Идентификация и учет этих показателей позволяет определить область приемлемых решений и свободный выбор в ней тех параметров, благодаря которым имеется ограниченное множество допустимых решений.

Согласно теории оптимального программирования поиск оптимального основан на множественности возможных решений поставленной задачи и

наличия целевой функции для их упорядочения. Вариант решения плановой задачи, в котором достигается экстремум целевой функции в системе заданных ограничений, именуется оптимальным вариантом планового решения.

Оптимальное планирование своей производственной программы состоит в определении комплекса задач, выборе и обосновании целей-критериев оптимума [3, с. 711—714]. Экономико-математическое программирование определяет средства для достижения этих целей. Разработка оптимальной производственной программы в рамках перспективных и годовых планов предусматривает решение следующих задач:

- формирование пакета заказов по объему и составу работ;
- достижение сбалансированности потребляемых ресурсов и возможностей рабочих с запланированной программой;
- распределение программы работ между выполняющими ее исполнителями в соответствии с их производственной мощностью;
- развитие потенциала производства организации;
- оптимизация используемых ресурсов во времени (задачи составления календарного графика работ и ресурсов) — установление оптимальной последовательности строительства объектов и технологические маршруты движения бригад и строительных машин;
- равномерное распределение материально-технических средств и ресурсов;
- расчет технико-экономических показателей на основании календарного графика работ и ресурсов в соответствующих плановых периодах времени.

При решении этих проблем следует учитывать, что основным двигателем развития производства является научно-технический прогресс, а не сами ресурсы и их состав. Соответственно, проблемы производственной программы влияют не только на систему подрядчика, но и на самого заказчика, который определяет характер строительства и виды сооружаемых зданий.

У каждой из названных задач может быть собственный критерий оптимальности (минимум простоев, максимальная загрузка по времени и т. д.). В качестве глобальных критериев могут выступать максимальный объем ввода объектов в эксплуатацию при фиксировании ограничений, непрерывное и однородное использование ресурсов, минимальные затраты на производство, максимум прибыли и т. д. Остальные критерии выступают в качестве ограничителей модели. Естественно, что в некоторых задачах критерии оптимальности и ограничения могут меняться местами, например, в одних задачах равномерное использование ресурсов выступает как критерий оптимальности, в других как ограничение.

Большинство работ, посвященных изучению вопросов организации управления строительным производством, в большей или наименьшей степени относятся к определению сроков для строительных проектов или для осуществления конкретных видов строительно-монтажных работ. В связи с этим рассматриваются не сами работы, а методы, применяемые или предлагаемые в них, их достоинства и недостатки.

Методы, используемые авторами, можно подразделить на следующие группы:

- 1) методы массового моделирования;
- 2) методы сетевого моделирования;
- 3) методы статистики;
- 4) методы прогноза;
- 5) методы симуляционного моделирования.

Применение методов математического моделирования основывается на представлении системы производства строительных работ как сложной системы. При этом основой для построения модели указанной системы выступает теория подобия. При имитации сложных систем добиться абсолютного подобия практически невозможно, по этой причине проводится частичное моделирование систем, в основу которого закладывается приближенный суббюджет. Это означает, что при моделировании достаточно адекватно отражаются только изученные стороны функционирования системы, а остальные стороны могут моделироваться приближенно или не моделироваться вообще.

В зависимости от задач, которые необходимо решить, во многих работах для исследования производственной системы строительства используются различные виды математического программирования.

Методы математического программирования предназначены для конструирования оптимального плана выполнения того или иного вида работ, позволяющие достичь минимума затрат или максимума эффективности использования ресурсов.

Основной недостаток методов математического программирования — ограниченная возможность учета случайных факторов.

Целевой функцией служит оценка незавершенного производства и сдачи объектов в срок, оцениваемые с помощью штрафной функции. Недостатками приведенной модели можно считать невозможность учета вероятностного характера исходных данных, использования бригады как ресурсной единицы и определения длительности работы на основе нормированной выработки.

В данной работе рассмотрена экономико-математическая концепция реализации производственной программы за счет оптимизации составления календарного плана ввода в действие производственных мощностей и сдачи объектов. Основными ограничителями являются нормативные сроки ввода объектов в действие и нормативная длительность строительства. Целевая функция определена как отклонение ритмического ввода действующих объектов. Основным минусом модели является недостаточный учет организационных и технологических ресурсных ограничений на реализацию производственной программы [4, с. 141—145].

Методы для стохастической оптимизации графика работ также нашли свое приложение. Например, они использованы в работе К. А. Антоновичуса. На основе разработанной автором многоуровневой модели была изучена зависимость между вероятностями выполнения календарного плана и расходами. Определение затрат и вероятностей выполнения календарного плана

производится автором на основе решения комплекса многоуровневых стохастических задач оптимального планирования, что существенно снижает гибкость модели и усложняет ее использование для установления сроков строительства объектов динамично формируемой производственной программы.

Во множестве работ сроки строительства устанавливаются в результате решения проблем объемов строительства и возведения или выделения ресурсов, как правило, проблемы выделения ресурсов сводятся к сортировке перечня объектов с учетом различных ограничений. В качестве факторов, которые определяют приоритеты объектов, рассматриваются пространственное расположение объекта, специализированность ресурсов, мощность и структура работ, ограничения по времени строительства объектов и т. д. В задачах распределения в качестве критериев оптимальности используются минимум приведенных затрат, максимальное количество выполненных строительно-монтажных работ, минимальная условная интенсивность труда на объекте, минимум расчетных затрат, минимум перехода ресурсов с объекта на объект и др.

Например, в работе рассматривается задача о распределении ресурсов в подразделениях строительной организации для исполнения портфеля заказов. Непрерывность процесса выполнения работ, которая рассматривается как ограничения в задаче, значительно снижает степень адекватности модели реальным процессам строительного производства. Используемая целевая функция — минимальность перехода бригад с объекта на объект — не отображает цели оптимизации сроков возведения объектов производственной программы.

Проведенный анализ методов, применяемых в задачах оптимального распределения, продемонстрировал, что моделирование реальных процессов строительства с учетом организационно-технологических и ресурсных факторов из-за большой масштабности приводит к возникновению вычислительных проблем и других вышеперечисленных недостатков, что обуславливает практическую целесообразность усовершенствования этих методов.

Сетевые методы применяются для планирования и управления процессом выполнения комплекса работ, распределением ресурсов, определением наиболее вероятного срока выполнения комплекса работ и прогнозирования затрат.

Существуют различные типы сетевых моделей и их классификации по различным основаниям. Например, математическая характеристика сетевой модели выполнения строительно-монтажных работ в общем виде может быть представлена следующим образом:

$$T_j^H - T_i^K \geq 0, i, j = 1, m; \quad (1)$$

$$T_j^H - T_i^K \geq t_i, \quad (2)$$

где t_i — продолжительность i -й работы; i, j — индексы, соответственно, предшествующей и последующей работ.

В настоящее время модели сетей применяются во многих системах организации и управления. В это же время математическое описание сетевых моделей не соответствует всем необходимым современным требованиям к качеству построения моделей. Сетевые модели отображают только одну разновидность связи между зависимыми видами работ — их полное предшествование:

$$T_j^n \geq T_i^k. \quad (3)$$

Однако фактические отношения между зависимыми строительными работами часто оказываются гораздо более сложными. В частности, выполнение одной работы может частично или полностью сочетаться с выполнением другой работы.

Отразить многовариантность технологии и организации работ с помощью сетевых моделей невозможно. Любые, даже незначительные, изменения в выполнении строительно-монтажных работ влекут за собой изменения в топологической структуре сетевых моделей. В результате планирование строительных работ с помощью сетевых моделей осуществляется дискретно — в плане обновления информации.

Необходимо отметить, что для решения особого круга задач были выдвинуты различные модификации сетевых моделей, например, обобщенные сетевые модели (ОСМ). ОСМ предоставляют не только качественную картину взаимосвязи работ, но и количественно оценивают каждую связь. Использование генерализованных сетевых моделей обеспечивает повышение качества моделирования организационно-технологических процессов в строительстве. Тем не менее ОСМ по-прежнему остается детерминированной временной моделью с недостатками, свойственными этому типу моделей.

Объектом исследования статистических методов служат различные показатели эффективности строительной продукции. Построение статистических моделей основывается на обработке статистических показателей, полученных в результате анализа производственной деятельности строительной организации и построения функций распределения.

Основным недостатком статистических методов, не допускающим их использования для определения временных показателей строительных проектов, является трудность, а иногда и отсутствие возможности учесть специфические изменения в развитии строительного производства в процессе перехода к маркетинговым отношениям [5, с. 35, 36].

Методы прогнозирования — это группа методов, основанных на определении зависимостей между параметрами строительного производства, что позволяет найти значение одних параметров через другие.

Наиболее распространенными методами прогнозирования являются: экстраполяция прогноза, метод наименьших квадратов (МНК), методы группировки аргументов (МГУА) и факторный анализ.

В основе метода прогнозной экстраполяции лежит представление упорядоченных по времени наборов изменений параметров системы в виде временных рядов, состоящих из детерминированной и случайной составляющих.

При этом детерминированная составляющая (тренд) представляет собой существенные стороны развития процесса в целом, а случайная составляющая отражает случайные колебания процесса. Задача прогнозирования заключается в определении вида экстраполяционной функции на основе исходных эмпирических данных.

В зависимости от вида используемых экстраполяционных функций и способа учета ошибок в исходных данных при прогнозной экстраполяции используются метод наименьших квадратов и его модификации, метод экспоненциального сглаживания, метод вероятностного моделирования и метод адаптивного сглаживания.

Наиболее распространенными методами многофакторного прогнозирования являются такие математические методы, как корреляционный и регрессионный анализ, метод группового учета аргументов, факторный анализ, теория распознавания образов и др.

Метод группового учета аргументов представляет собой дальнейшее развитие методов регрессионного анализа. Метод основан на принципах теории самообучения с использованием направленного отбора. Прогнозирование выполняется на основании системы регрессионных уравнений, получаемых в результате решения задачи синтеза оптимальной модели высокой сложности, адекватной сложности исследуемой системы.

В процессе синтеза оптимальной модели рассматриваются различные сочетания входных и промежуточных переменных и для каждого сочетания строится модель. Для уменьшения ошибок используется проверочная последовательность и определяются регулярные переменные по критерию среднеквадратичной ошибки или величине коэффициента корреляции.

Реализация системного подхода в прогнозировании временных характеристик результатов выполнения производственной программы строительной организации означает максимально возможный учет совокупности параметров, характеризующих систему строительного производства, и взаимодействие между ними. Такой подход к прогнозированию временных характеристик результатов выполнения производственной программы реализуется при использовании факторного анализа.

Характерной особенностью прогнозных методов является учет только внешних проявлений прогнозируемых тенденций системы строительного производства, выражающийся через величины ее параметров. Таким образом, обеспечивается регулярность прогнозных методов, т. е. одним и тем же значениям входных параметров соответствуют одни и те же значения выходных параметров.

Между тем в системе строительного производства такая регулярность отсутствует. Например, для одного и того же состава объектов производственной программы (входные параметры) возможны различные сроки ввода одного и того же объекта (выходные параметры).

Методы имитационного моделирования нашли применение при решении таких задач, как формирование портфеля заказов строительной организации,

оптимизация технологии и организации строительства при реализации производственной программы, планирование в строительстве, а также в процессе создания и функционирования автоматизированных систем управления строительством, включая вопросы оперативного управления строительным производством.

Основным недостатком, появляющимся при машинной реализации методов имитационного моделирования, является то, что решения, получаемые при анализе имитационной модели, всегда носят частный характер, так как они соответствуют фиксированным элементам структуры, алгоритмам поведения, значениям параметров моделируемой строительной системы, начальным условиям и воздействию внешней среды. Поэтому для полного анализа процессов функционирования системы строительного производства, а не получения только одной точки, необходимо многократное воспроизведение имитационного эксперимента при различных исходных данных с последующей статистической обработкой полученных результатов.

К настоящему времени разработано большое количество имитационных моделей для решения различных задач строительного производства.

Например, известны имитационные модели строительства промышленных объектов и комплексов, сложных производственных процессов (типа сборка — монтаж) и отдельных видов строительного-монтажных работ, прогнозирования технико-экономических показателей и т. д.

Перечисленные модели ориентированы на эффективное выполнение отдельных видов работ и строительства отдельных объектов или комплексов и не учитывают показателей эффективности всей производственной программы, а также динамический характер ее формирования в условиях рыночных отношений.

Библиографический список

1. Планирование на строительном предприятии : учебник / В. В. Бузырев, Е. В. Гусев, И. П. Савельева, И. В. Федосеев ; под общ. ред. В. В. Бузырева. М. : КНОРУС, 2013. 532 с.
2. Камбердиева С. С. Финансирование инновационного предпринимательства // Экономика и предпринимательство. 2017. № 2-1(79-1). С. 66—68.
3. Мирзабекова М. Ю., Дзагоева Э. Р. Факторы возникновения кризисных ситуаций в организации // Экономика и предпринимательство. 2016. № 11-3 (76-3). С. 711—714.
4. Шелкунова Т. Г., Агузаров И. Б. К вопросу оценки эффективности использования бюджетных средств // INTERNATIONAL INNOVATION RESEARCH : сб. ст. победителей VI Междунар. науч.-практ. конф. / под общ. ред. Г. Ю. Гуляева. 2017. С. 141—145.
5. Хетагурова Т. Г., Хугаев Т. Т. Формирование механизмов эффективного взаимодействия властных и предпринимательских структур в регионе // Экономическая наука в XXI веке: вопросы теории и практики : сб. материалов VI Междунар. науч.-практ. конф. 2014. С. 35, 36.
6. Коному А., Гуцина Ю. В. Актуальные проблемы управления организационно-технологическим проектированием в строительстве // Актуальные проблемы и перспективы развития строительного комплекса [Электронный ресурс] : сб. ст. Междунар. науч.-практ. конф., 3—4 дек. 2019 г., Волгоград. Волгоград, 2019. С. 164—167.

А. А. Кривошеев, Ю. В. Гущина

*Волгоградский государственный технический университет,
Волгоград, Российская Федерация*

ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПРИМЕНЕНИЯ BIM-ТЕХНОЛОГИЙ В КАЛЕНДАРНОМ ПЛАНИРОВАНИИ СТРОИТЕЛЬСТВА

Рассмотрена технология организации строительного процесса при применении BIM-технологий, влияние на календарное планирование. Освещены проблемы, возникающие при организации строительного процесса.

Ключевые слова: BIM-технологии, управление, организация строительства, эффективность.

Все чаще строительные организации при проведении строительных работ сталкиваются с проблемой человеческого фактора, ошибками, допущенными на этапе проектирования, ошибками в сметной документации, которые влекут за собой сдвиги сроков строительства и сдачи строительного объекта, вследствие этого строительная организация несет серьезные финансовые убытки.

На основе изложенного можно определить важнейшую зависимость сроков и стоимости строительства от правильности и полноты содержания проектно-сметной документации и календарного плана производства работ.

BIM (building information modeling) — это современная технология, с помощью которой проектируют как жилые, так и промышленные объекты. Она предполагает создание модели, включающей как 3D-визуализацию объекта, так и огромную базу данных, которые понадобятся при строительстве, эксплуатации и даже при сносе здания. Внедрение BIM-моделирования в строительную сферу смогло объединить и связать эти три фактора и тем самым структурировать процесс проведения строительных работ, объединить работу всех отделов и подразделений строительной организации на основе информационных технологий.

Наиболее детально процесс зависимости всех процессов в строительстве представлен на графике Патрика Маклими (рис. 1).

На графике (см. рис. 1) отражены все основные процессы строительства от проектирования до эксплуатации объекта строительства. Рассматривая зависимости процессов, мы видим, что принятие решений и внесение изменений на ранних этапах проектирования являются самыми эффективными и менее затратными (см. рис. 1). В реальности в большинстве случаев проектная организация и генеральный подрядчик являются совершенно сторонними организациями и зачастую находятся в разных субъектах РФ, что фактически не дает возможности проектировщику и строителям совместно прорабатывать проектные решения, минимизируя затраты как финансовые, так и

человеческие на реализацию строительного проекта. Также в условиях проведения тендерной системы строительная компания, выигравшая торги, получает готовый проект и сметную документацию, внесение изменений в которую практически невозможно и влечет за собой серьезные срывы сроков производства работ [1].

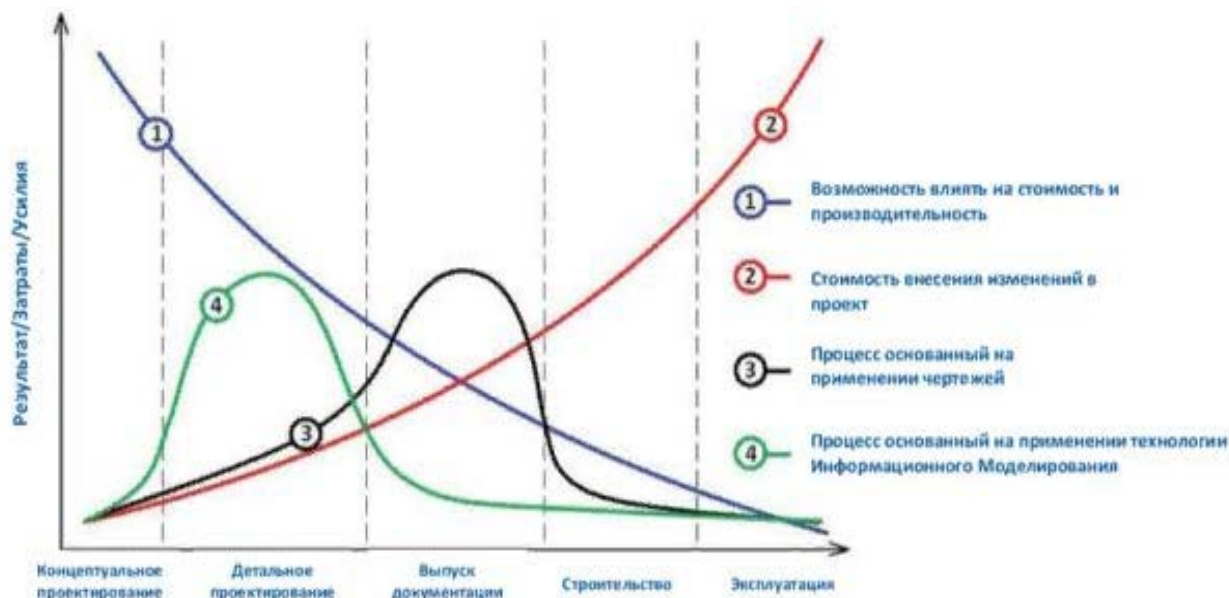


Рис. 1. График Патрика Маклими

По своей структуре BIM-технологии в проектировании — это системы, суть которых индивидуализировать и собрать в одном информационном пространстве каждую систему и этап строительного процесса (рис. 2). Это позволит организовать эффективное управление, координацию, контроль закупок, поставок необходимых материалов и движения их на строительном объекте.



Рис. 2. Модель строительства

Имея достаточно достоверную информацию об объекте, есть возможность принимать оперативные решения на всех этапах реализации строительного процесса. Важной особенностью BIM-моделирования является централизованное хранение информации об объекте строительства, что дает возможность совместного контроля за процессом всех служб компании, субподрядных организаций, проектного отдела, технического надзора, принимающих участие в строительстве объекта и осуществляющих контроль за ходом выполнения работ (рис. 3—6).

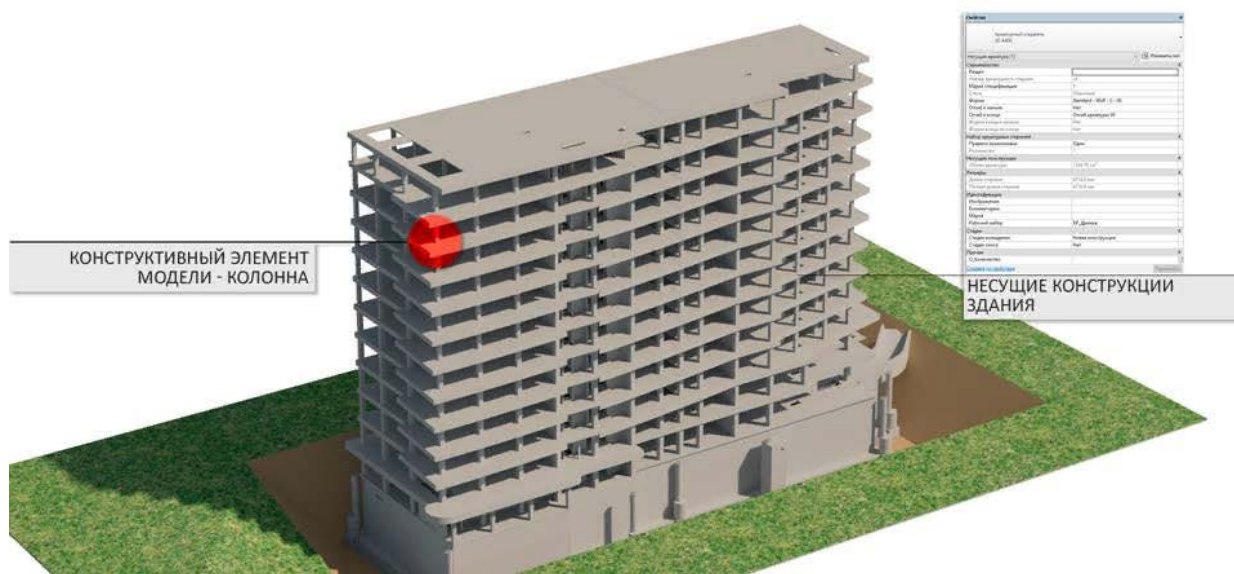


Рис. 3. Конструктив здания

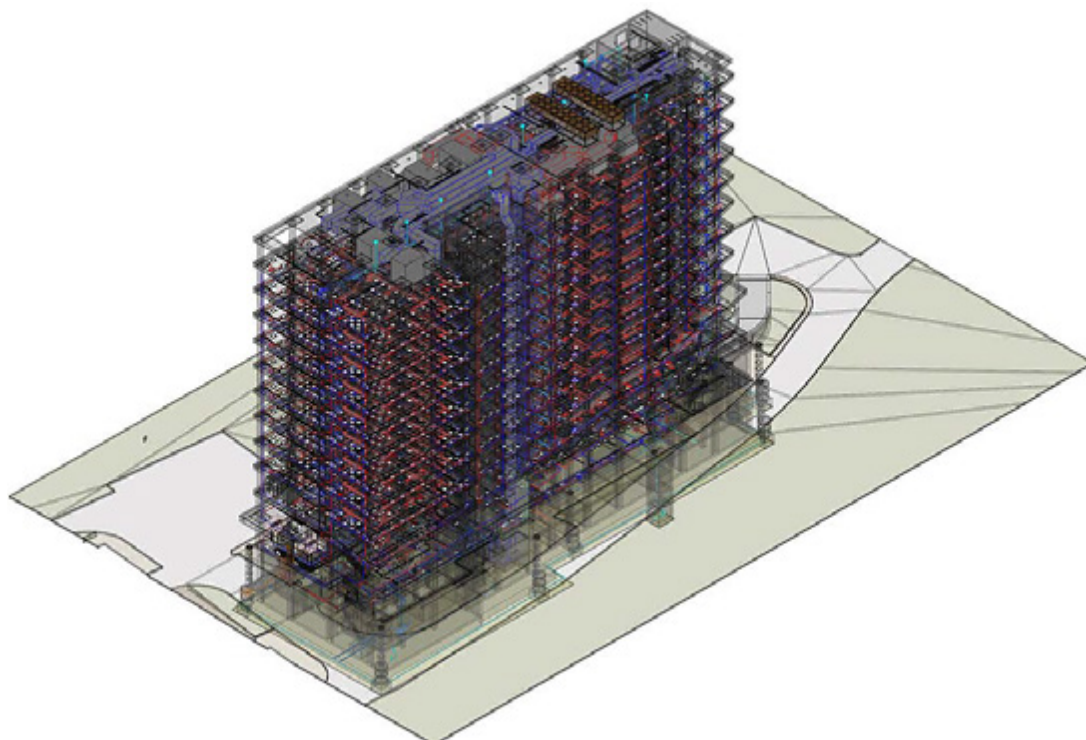


Рис. 4. Сети

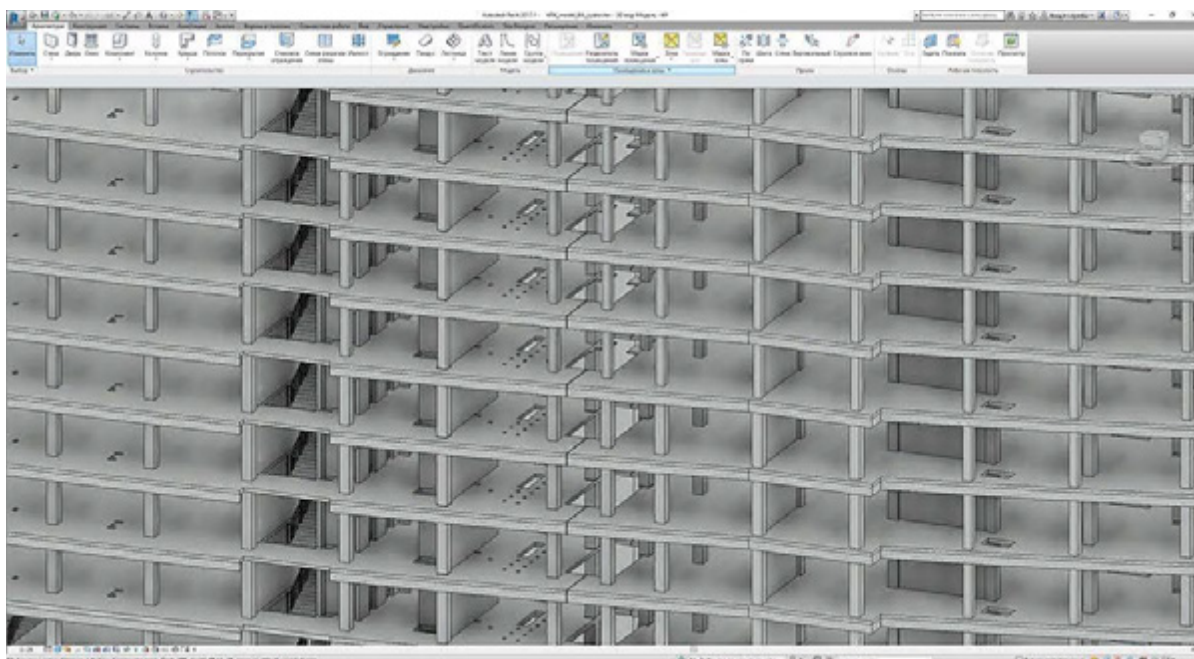


Рис. 5. Конструктив

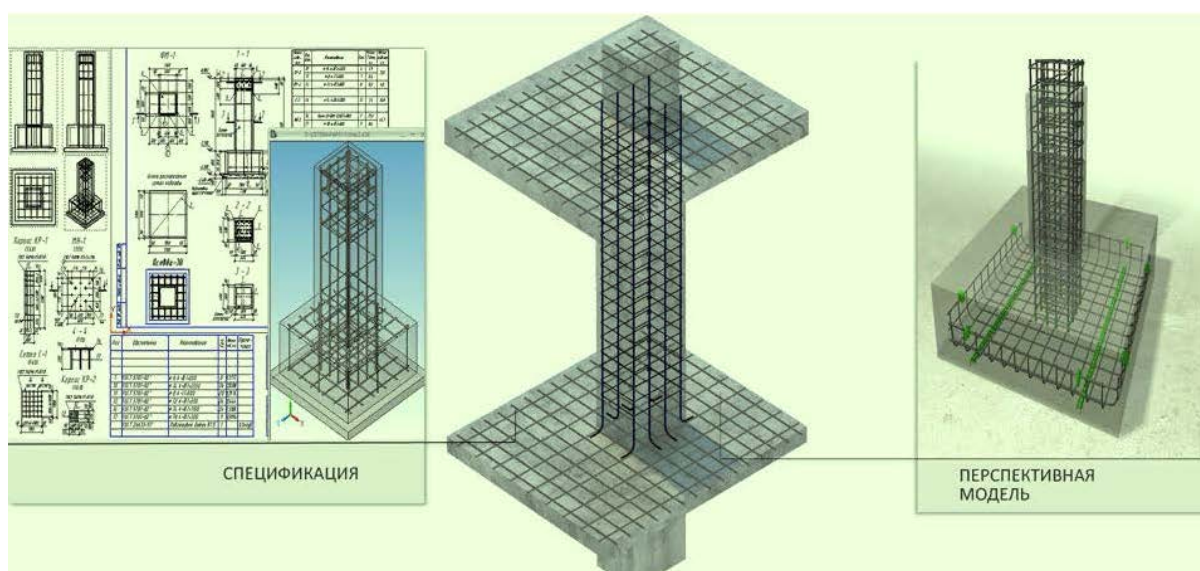


Рис. 6. Модель колонны

Также при внесении корректировок в модель строительства изменения автоматически произойдут у всех участников проекта, что поможет техническому надзору, проектному отделу фиксировать и отслеживать все отклонения от проекта, а инвестору контролировать финансовые потоки и следить за сроками реализации проекта строительства [2, 3].

Затрагивая тему моделирования, нельзя оставить без внимания проблемы, возникающие при организации работ с применением BIM-технологий в строительстве.

Строительная компания, решившая использовать данную технологию в проектировании и строительстве, должна быть готова к весьма не малым

вложениям в программное обеспечение, необходимое для создания моделей. Помимо основного программного обеспечения понадобятся следующие вспомогательные программы:

Autodesk navisworks manage — эта программа позволяет объединить использование модели всеми участниками строительного процесса, проектировщиками, техническим надзором и всеми подрядчиками, участвующими в строительстве, а также даст возможность выделить каждому именно свою систему и раздел проекта [4];

Nevisworks manage — позволит произвести стыковку расписания работ и инвестирования, в результате чего сформируются даты выполнения работ календарного планирования. Становится возможным не только вносить планируемые даты, но и корректировать их фактическими датами выполнения работ, отслеживать отставания или опережения сроков выполнения работ [5].

Также необходимо учитывать необходимость в привлечении и обучении дополнительных специализированных кадров для создания модели строительства, в привлечении специалистов для фиксации и контроля ежедневного выполнения строительных работ собственными силами и силами подрядных организаций, что позволит ежедневно отслеживать изменения, факты выполнения работ [6].

Обоснованно появится вопрос об определении завершенности конкретного вида работ, т. е. необходимо определять завершенность конкретного вида проделанной работы по этапам. Соответственно должен быть разработан регламент, исключающий допущение ошибок [7]. Необходимо учитывать сложности при привлечении мелких субподрядных организаций, не имеющих возможности содержать и обучать дополнительные кадры для контроля исполнения проектов с применением BIM-моделирования, в итоге данные затраты лягут на генподрядчика и снизят эффективность использования продукта.

Подводя итоги можно сказать, что эффективное и полное использование BIM-моделирования возможно в компаниях, выступающих в процессе реализации проекта в роли заказчика, проектной и генподрядной организации, осуществляющей строительство объекта собственными силами. Выполнение данных требований позволит показать возможности технологии, связать всех участников реализации проекта и раскрыть весь потенциал BIM-моделирования (рис. 7).

Таким образом, если все же строительная компания, несмотря на все затраты и трудности, решила применить моделирование в строительстве, то это позволит ей значительно снизить сроки строительства, осуществлять тотальный контроль за выполнением строительных работ и эффективно работать с календарным графиком ведения работ, повысить производительность, оперативно находить слабые места в процессе производства работ, максимально эффективно организовать работы материально-технического снабжения и логистики (рис. 8).



Рис. 7. Области BIM-моделирования, охватывающие объект строительства

Эффект от технологии BIM-моделирования

В сравнении с традиционным методом проектирования

До 40% снижение ошибок, погрешностей в проектной документации	На 20–50% сокращение времени проектирования	В 6 раз уменьшение времени на проверку проекта	До 90% сокращение сроков координации и согласования
В 4 раза снижение погрешности бюджета при планировании	До 50% сокращение сроков инвестиционной фазы проекта	На 20–50% сокращение сроков строительства	До 30% сокращение затрат на строительство и эксплуатацию

Источник: Минстрой

© РБК, 2019

Рис. 8. Эффект от применения BIM-моделирования

Библиографический список

1. Кравченко Т. В. BIM-технологии в управлении строительными проектами // Молодой ученый. 2019. № 3(241). С. 176—179. URL: <https://moluch.ru/archive/241/55724/> (дата обращения: 01.11.2022).

2. Gushchina Yu. V., Karpushova S. E. An innovative model for managing the effectiveness of investment projects in construction // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. Vol. 698 : The International Scientific Conference “Construction and Architecture: Theory and Practice for the innovation Development” (CATPID-2019) 01—05 October 2019, Kislovodsk / eds. B. Yazyev [et al.]. [IOP Publishing], 2019.

3. *Chen J., Wu J., Qu Y.* Monitoring Construction Progress Based on 4D BIM Technology (2020) IOP Conference. Series: Earth and Environmental Science. Vol. 455(1), статья № 012034.

4. *Горчханов Ю. Я., Николенко Н. С., Гуцина Ю. В.* Организационно-технологические особенности управления строительными проектами на основе BIM-моделирования // Инженерный вестник Дона. 2019.

5. Современные технологии на стройке: что такое BIM // Вестник столицы. 2019. URL: <https://zen.yandex.ru/media/id/5dd24c98aa9fe536eed6b65/sovremennye-tehnologii-na-stroike-cto-takoe-bim-5dd421a9e5f20d1efbfeb8e4> (дата обращения: 03.10.2022).

6. *Mandičák T., Mesároš P., Tkáč M.* Impact of management decisions based on managerial competencies and skills developed through BIM technology on performance of construction enterprises (2018) Pollack Periodica. Vol. 13(3). Pp. 131—140.

7. *Корнелик С. Е.* BIM-технологии для строительства и эксплуатации объектов городской и промышленной инфраструктуры: Российские перспективы. 2017. URL: <https://integral-russia.ru/2017/10/12/14791/> (дата обращения: 11.11.2022).

8. Нужны ли строителям BIM-технологии // VK CloudSolutions об IT-бизнесе, технологиях и цифровой трансформации. 2021. URL: <https://mcs.mail.ru/blog/nuzhny-li-stroitelyam-bim-tehnologii> (дата обращения: 14.11.2022).

9. BIM-технологии в строительстве: функции, развитие и опыт применения / С. Г. Абрамян, О. В. Бурлаченко, О. В. Оганесян и др. // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Строительство и архитектура. 2021. Вып. 1(82).

Р. В. Нечетов, Л. М. Весова

*Волгоградский государственный технический университет,
Волгоград, Российская Федерация*

ВЫБОР МЕТОДА ЗИМНЕГО БЕТОНИРОВАНИЯ С УЧЕТОМ ЭНЕРГОРЕСУРСОВ И ЭКОНОМИЧНОСТИ

Представлен анализ теории существующих и наиболее распространенных методов зимнего бетонирования. Теоретические знания были сопоставлены с применением данных методов на практике. Выявлены преимущества и недостатки выбранного метода, отмечены основные проблемы, которые до сих пор не были решены.

Ключевые слова: зимнее бетонирование, электропрогрев, нагревательные провода, противоморозные добавки.

Наступление зимнего периода в России для строительной отрасли считается одним из наиболее ответственных и сложных моментов. Интенсивность строительного процесса в разы снижается, и выполнять те или иные работы становится затруднительно. Но стоит отметить, что применение современных технологий позволяет не останавливать стройку, а наоборот, вести работу круглый год.

В современном строительстве наиболее развитой отраслью на данный момент можно назвать возведение монолитных зданий. Поэтому для круглогодичных работ активно применяются современные технологии, а существующие способы зимнего бетонирования продолжают совершенствоваться. На практике в основном применяется один из новейших методов бетонирования — электропрогрев, поэтому данный способ стоит рассмотреть подробнее.

Электропрогрев бетона может производиться при помощи разных устройств и приспособлений. К ним относятся: электроды, провода ПНСВ, инфракрасный нагреватель и др. Экономичным и менее ресурсно-затратным считается прогрев с использованием провода ПНСВ. Регулирование температуры можно настраивать самостоятельно, в связи с этим бетон будет нагреваться постепенно, а набор прочности бетона будет происходить более плавно. К тому же провода отличаются прочностью и не перегибаются, а благодаря изоляционному покрытию устойчивы к возгоранию. Важным преимуществом является то, что можно использовать при бетонировании разных элементов, так как многие способы не имеют такой возможности и применяются к определенным видам элементов.

Сущность электропрогрева бетона греющими проводам ПНСВ заключается в следующем: в готовую конструкцию закладывают изолированные провода ПНСВ, которые подключаются к трансформатору, и после этого провода, по которым течет электрический ток, становятся источником тепла.

Следовательно, передача теплоты бетонной смеси от проводов осуществляется контактным путем, а подключаемые провода работают как нагреватели сопротивления.

К основным требованиям для обеспечения прогрева с помощью проводов относятся: отсутствие механических повреждений изоляции и устранение возможности коротких замыканий. Контактные соединения должны быть плотными, не вызывать искрения и иметь надежную изоляцию.

При использовании рассмотренного метода снижается трудоемкость, сокращаются потери материала, а использование автоматических устройств регулирования температурного режима позволяет рационально использовать электроэнергию. Технологии прогрева проводами предусматривают применение проводов со стальными жилами, так как сталь имеет большое электрическое сопротивление. Но основным и важным вопросом является расчет параметров для электропрогрева, так как в настоящее время не существует нормативных документов, регламентирующих расчет и технологию прогрева бетона проводом.

Стоит отметить, что методы электропрогрева в основном используются в совокупности с применением противоморозных добавок, так как все существующие добавки обеспечивают набор прочности бетона до определенной отрицательной температуры. Действие добавок основано на совокупности нескольких свойств. Применение добавок помогает в снижении водоцементного отношения, в итоге бетонная смесь становится пластичной. Противоморозный комплекс превращает воду в электролит, что снижает температуру ее замерзания, и наличие ускорителей твердения в добавках является катализатором набора прочности в бетонной смеси в начальный период. Использование различных пластификаторов и прочих добавок может снизить марочную прочность бетона. Поэтому состав бетонной смеси должен определяться путем предварительных испытаний в лаборатории. Противоморозные добавки также сохраняют технологические параметры бетонной смеси до начала прогрева бетона и активируют твердение на ранней стадии.

Использование комплексных добавок вместе с другими методами является менее затратным и рациональным способом при зимнем бетонировании, так как позволяет ускорить твердение бетона в условиях отрицательной температуры.

В итоге можно выделить основные положительные и отрицательные качества комплексного использования электропрогрева бетона проводами ПНСВ и противоморозных добавок. Из плюсов отметим: достаточно просто можно отрегулировать температуру для постепенного нагрева бетона; провод ПНСВ равномерно нагревает смесь и отличается безопасной эксплуатацией, также имеет устойчивость к возгоранию; провода достаточно прочные и не перегибаются; сохранение технологических параметров бетонной смеси с использованием добавок и снижение водоцементного отношения. К недостаткам относятся: расчеты и подготовительные работы перед укладкой проводов ПНСВ, которые не определены нормативными документами;

противоморозные добавки могут снижать марочную прочность бетона при неверном определении состава.

Проанализировав теорию методов зимнего бетонирования, в заключение стоит отметить, что на практике достаточно быстро развиваются и появляются новые методы бетонирования, которые при этом могут использоваться в комплексе с уже существующими методами. Но основной проблемой является то, что современные методические рекомендации не имеют единого расчета требуемой мощности прогрева. Ручной расчет на основе методик является приблизительным и может служить лишь примерным подбором оптимального шага укладки провода и подводимой теплоты.

Библиографический список

1. Несущие и ограждающие конструкции. Актуализированная редакция СНиП 3.03.01-87 [Текст] : СП 70 13330.2012. М., 2012. 320 с.
2. Зимнее бетонирование с применением нагревательных проводов : МДС 12-48.2009. М., 2009. 21 с.
3. *Косинова А. А.* Влияние отрицательных температур на твердение бетона с противоморозными добавками : дис. ... канд. техн. наук. М., 2013. 206 с.
4. *Пучнина Т. С., Ушмаров Ю. К., Гробов В. Ю.* Методы производства бетонных работ в зимний период с использованием электропрогрева : учеб. пособие. Хабаровск : Изд-во ДВГУПС, 2016. 99 с.

А. Г. Севостьянова, Т. Ф. Чередниченко

*Волгоградский государственный технический университет,
Волгоград, Российская Федерация*

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ УСТРОЙСТВА ТОППИНГОВЫХ ПОЛОВ

Приведено исследование технологии устройства топпинговых полов для зданий и помещений различного назначения. Определены их главные характеристики, выделены преимущества и недостатки использования исследуемых технологий.

Ключевые слова: промышленные полы, топпинговые напольные покрытия, дефекты топпинга.

В данной работе рассматриваются топпинговые полы в производственных (склады, погрузочно-разгрузочные цеха и пр.) и общественных зданиях (торговые центры, медицинские, образовательные, культурные учреждения, офисные помещения и пр.).

Нагрузки на конструкцию пола в данных типах помещений, согласно СП 29.13330.2011 «Полы», по интенсивности механического воздействия могут быть значительными или умеренными.

Технология топпингового пола или финишного покрытия с упрочненным верхним слоем в современном строительстве переходит уже в так называемую классическую технологию устройства, как когда-то было с бетонными полами. Она получила довольно широкое распространение как в новом строительстве, так и в реконструкции [1].

Топпинговые состоят из упрочняющей сухой или жидкой смеси, в состав которой входят несколько компонентов: цемент, химические добавки и армирование — кварцевый порошок, металлические опилки или крошка корунда. Топпинг надежно связывается с бетонной подготовкой, значительно увеличивая несущую способность пола, обеспечивает беспыльность верхнего слоя покрытия, значительно повышает износостойкость и ударопрочность. Таких показателей достигают использованием мелкофракционного армирования, прочно связанного с основным наполнителем смеси и полировкой финишной поверхности специальными механизмами [2].

Устройство данного вида пола заключается в нескольких технологических этапах:

1. Подготовка основания. На данном этапе происходит гидроизоляция основания и очистка его поверхности от загрязнений и неровностей, грунтование при необходимости.

2. Заливка бетонной основы или плиты. Здесь производится укладка свежего слоя бетона, который впоследствии и будет упрочнен. Важно следить за качеством смеси, особенно за водоцементным соотношением, так как это имеет решающее значение для дальнейшего устройства прочного пола.

3. Замешивание смеси и ее распределение по поверхности свежего бетона. Компоненты топпинга смешиваются между собой, нанесение происходит

в два этапа. Сначала наносят 65...70 % смеси, равномерно распределяют по поверхности мокрого бетона и производят затирку или шлифование специальными машинами. После сразу же наносят остальные 35...30 % смеси и повторно проводят шлифование.

4. Нанесение защитных пропиток или силеров. Поверхность топпинговой смеси требует защиты после твердения. Для этого используют специальные составы — силеры. Их наносят на готовую поверхность верхнего слоя пола распылителем или с помощью валиков.

5. Устройство усадочных и температурных швов.

В зависимости от условий могут быть применены следующие типы нанесения смесей на бетонное основание:

1) «сухой по мокрому» — смесь готовится в сухом виде и распределяется по свежему «мокрому» бетону, это так называемый классический топпинг;

2) «мокрый по сухому» — для сцепления с поверхностью сухого «старого» бетона топпинг затворяют водой, получая мокрую смесь, которая выкладывается на готовое основание. Данный метод применяется, если содержание влаги в бетонной подготовке недостаточное;

3) «мокрый по мокрому» — смесь топпинга смешивается с водой и укладывается по «свежему» еще не затвердевшему бетону;

4) объемный топпинг — подвид упрочнения бетонных оснований, но в данном случае упрочнение идет по всей толщине бетона, так как замешивание компонентов топпинга происходит непосредственно при замешивании бетонной смеси [3, 4].

Топпинговые полы отлично справляются с поставленными к ним требованиями: обеспечивают ровную, гладкую поверхность, ее беспыльность, повышают износостойкость и ударопрочность бетонного основания, уменьшают истираемость финишного покрытия. Применение этой технологии полов позволяет сократить время устройства бетонных полов, так как укладка смеси ведется совместно с устройством основания, покрытие пригодно к эксплуатации после набора прочности бетона.

Но с данным типом полов все не так однозначно. Спустя некоторый период их использования для полов промышленного назначения выявляются характерные особенности:

1. Качество и прочность поверхности пола в значительной степени складывается из характеристик бетонной смеси основания, а именно от водоцементного содержания, так как твердение и схватывание с основанием происходит за счет поглощения влаги из бетона. Из-за данного факта крайне важно вовремя нанести смесь топпинга — количество влаги должно быть достаточным, без излишков, иначе в дальнейшем появляются критичные дефекты.

2. Устройство топпинговых полов является процессом, состоящим из многих этапов. На этапе укладки упрочняющей смеси, для обеспечения прочной связи с главным несущим слоем основания и равномерного распределения влаги по ней, требуется неоднократное шлифование поверхности затирочными лопастными машинами, следовательно, необходимо дополнительное оснащение специальными механизмами не только на этапе подготовки основания. Также

обязательно использование пропиток — силеров. Срок службы силеров при интенсивных постоянных воздействиях ограничивается одним-двумя годами, вследствие чего стоимость эксплуатации таких полов увеличивается за счет необходимости обновления слоя пропитки. Данным свойством зачастую пренебрегают, что приводит к нарушению целостности конструкции пола, теряется способность к устойчивости различных немеханических воздействий, образуется рыхлая пористая поверхность, которая начинает пылить и отслаиваться.

3. Ремонтопригодность такого напольного покрытия отличается в зависимости от причин и степени разрушений. Зачастую целесообразность ремонта не обосновывается экономически, гораздо дешевле произвести демонтаж топпинга и сделать иной вид финишного износостойкого покрытия [5].

Проведя анализ некоторых объектов различного назначения (паркинги, склады, торговые залы и центры, погрузочные цеха) с применением технологии устройства топпинговых полов от разных производителей и сроков эксплуатации, можно отметить ряд характерных дефектов (табл.). Вследствие неправильной эксплуатации или нарушения технологии и условий монтажа возникают значительные разрушения поверхностных слоев покрытий, которые ограничивают возможность дальнейшей эксплуатации.

Дефекты топпингового пола

Тип здания	Срок эксплуатации	Дефекты					
		отслоение	пыление	сколы, выбоины	трещины	разрушение по усадочным и деформационным швам	локальные разрушения
Паркинги	1 год	+	+	+	+	–	–
	Несколько лет	+	+	+	+	–	–
	2 года	+	+	+	+	–	+
Склады	1 год	+	–	+	+	–	–
	Менее года	+	–	+	+	–	–
Торговые центры	4 года	+	+	–	+	+	+
	1 год	+	+	–	+	+	+
	Менее года	+	–	+	+	–	–
Погрузочный цех	1 год	–	+	+	+	–	+
Производственный цех	2 года	+	+	+	+	–	–

Для решения некоторых проблем существуют разные методы. Так, например, вопрос водопоглощения решает применение одного из описанных выше методов укладки смеси или устройство объемного топпинга. Также некоторые производители включают в технологию этап устройства адгезионного слоя для повышения сцепления слоев бетона и упрочняющей смеси друг с другом. Но в остальном использование топпинговых полов остается технологически и экономически затратным — контроль за качеством водоцементного соотношения бетонной основы, этапы неоднократной шлифовки поверхности, постоянное обновление слоя пропитки остаются.

Стоит отметить, что топпинговое упрочнение требует определенной минимальной толщины бетонной основы, которое зависит от действующих нагрузок и режима эксплуатации покрытия. Нарращивание толщины бетона

приводит к увеличению собственного веса конструкции пола, изменению отметок, что далеко не всегда возможно при устройстве износостойких напольных покрытий в промышленных и общественных зданиях [6].

Для ремонта и замены топпинговых полов производители современных материалов предлагают технологию полимерных полов — наливных полиуретановых и наливных эпоксидных покрытий, а также полимерные пропитки для бетонов [7].

Выводы

Последние несколько лет наблюдается спад популярности топпинговых полов как метода устройства упрочненных напольных промышленных покрытий. Для них характерны значительные недостатки как при устройстве, так и при эксплуатации. Процесс устройства довольно сложен, необходимы квалифицированные монтажники высоких разрядов, а зачастую и специализированные кадры. Укладка состоит из множества этапов, которые вполне можно исключить, благодаря современным технологиям. Также данный вид полов зависит от условий монтажа и его качества, а любое нарушение технологии устройства способствует возникновению серьезных дефектов, вследствие которых дальнейшая эксплуатация покрытия невозможна. Также стоит отметить, что топпинговый финишный слой не пригоден к длительному использованию без дополнительной обработки пропитками или силерами, целостность слоя которых в значительной степени влияет на итоговую долговечность, прочность и стойкость к воздействиям на поверхность пола.

Библиографический список

1. Гусев Н. И., Паршина К. С., Кочеткова М. В. Полы с высокими эксплуатационными качествами // Региональная архитектура и строительство. 2014. № 1. С. 64—68.
2. Рязанова Г. Н., Табакова О. К. Критерии оценки напольных покрытий общественных зданий // Традиции и инновации в строительстве и архитектуре. Строительство и строительные технологии : сб. ст. 78-й Всероссийской науч.-техн. конф., Самара, 19—23 апреля 2021 года / под ред. М. В. Шувалова, А. А. Пищулева, А. К. Стрелкова. Самара : Самарский государственный технический университет, 2021. С. 401—407.
3. Чередниченко Т. Ф., Тухарели В. Д., Габбасов Р. Т. Современные тенденции устройства напольных покрытий сооружений различного назначения с упрочненным верхним слоем // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Строительство и архитектура. 2020. № 1(78). С. 47—57.
4. Краткая технология устройства современных бетонных полов // ТемпСтройСистема. М., 2016.
5. Современные технологии устройства и ремонта полов : учеб. пособ. / А. И. Меньлюк, В. С. Дорофеев, О. А. Попов и др. Одесса, 2012. 341 с.
6. Шабуров А. Ю., Шабанов Е. А. Сравнительный анализ стоимости и долговечности напольных покрытий в жилых и общественных зданиях // Россия молодая : сб. материалов XI Всероссийской науч.-практ. конф. с международ. участием, Кемерово, 16—19 апреля 2019 года. Кемерово : Кузбасский государственный технический университет им. Т. Ф. Горбачева, 2019. С. 60622.
7. Ткаченко А. Н., Крайцер Н. А., Наумова Т. С. Повышение эффективности устройства монолитных бетонных полов // Научный вестник Воронежского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Студент и наука. 2016. № 10. С. 48—53.

В. В. Христенко, Н. И. Борисова

*Волгоградский государственный технический университет,
Волгоград, Российская Федерация*

ЦИФРОВЫЕ ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ ЭКОНОМИКИ В СТРОИТЕЛЬНОЙ ОТРАСЛИ

Цифровизация во всех сферах экономики сегодня — это залог развития и перехода общества на новый, более высокотехнологичный уровень. Данный вопрос рассматривается в различных исследованиях. В 2017 году была официально утверждена программа «Цифровая экономика РФ», которая дала старт активной деятельности внедрения мероприятий по ее реализации во многих сферах народного хозяйства, в том числе и в строительном комплексе. В итоге данная тема является одной из наиболее динамично развивающихся во всех направлениях как для улучшения качества жизнедеятельности человека, так и для построения новой структуры отношений в обществе. Рассматриваются важные и актуальные вопросы — возможности интеграции цифровых технологий для совершенствования процессов строительства, экспертизы и управления объектами недвижимости в рамках зарубежного и отечественного опыта.

Ключевые слова: строительная отрасль, цифровизация, IT-продукты, автоматизация, эффективное управление, робототехника, цифровые технологии.

В настоящее время в строительную отрасль медленно, но уверенно внедряется цифровизация. Несмотря на отставание от других сфер, девелоперские компании все чаще начинают использовать различные IT-продукты для контроля проводимых работ. Кто-то покупает готовые решения, кто-то разрабатывает свои собственные. В строительной отрасли цифровые технологии используются непосредственно при выполнении строительных работ и в процессе проектирования зданий, всевозможных сооружений [1].

На 2024 год российские власти наметили переход на цифровое строительство. В это понятие вкладывается объединение всех IT-систем, используемых в отрасли, и автоматизация процедур на всем строительном цикле объекта. По подсчетам Минстроя, это позволит сократить время работ примерно на 30 %. Впрочем, информационные технологии в этой сфере применяются уже сегодня. Это, например, системы управления проектами Advanta и Primavera, которые позволяют контролировать работы и отслеживать использование ресурсов, материалов и оборудования в ходе осуществления проекта [2].

Наиболее быстрорастущим направлением является использование VR и AR — виртуальной и дополненной реальности. В 3D-очках можно увидеть планируемые проекты, это обеспечивает эффективное продвижение. Технология активно и успешно внедряется в мировую практику. В перспективе ожидается ее усовершенствование для повсеместного использования на каждом этапе — от строительной выставки до офиса продаж. Это открывает широкие перспективы для малого бизнеса в разработке специализированного программного обеспечения.

Автоматизация способствует эффективному управлению. Она включает контроль закупок и расхода материалов, применение современной строительной техники, сокращение рабочего времени. Одна из инноваций — специальные браслеты строительных рабочих, отслеживающие их перемещения, состояние здоровья и загруженность. Программное обеспечение позволяет более эффективно контролировать и нормировать строительный процесс.

Робототехника применяется повсеместно, в том числе для работ по сносу зданий в опасных для человека условиях. Машинное зрение, сенсоры, системы искусственного интеллекта лежат в основе строительных коботов. Коботы — это роботы, работающие вместе с человеком. В связи с эффективностью новых технологий узкая сфера робототехники имеет все шансы вырасти в широкий спектр роботизированной строительной техники. Внедряется использование самодвижущихся тележек, оптимизируя производство, и воздушных дронов как инструмента контроля за ходом строительства. Также ведется поиск экономически эффективных решений для реализации отрасли в масштабах производства. Одним из таких решений является применение 3D-печати. Так, уже печатают здания из кирпича, бетона, существуют и другие технологические решения. Перспектива развития данной отрасли сводится к малоэтажному строительству [4].

Интеграция умных систем датчиков состояния здания позволяет рационально расходовать энергию, своевременно диагностировать состояние инженерных сетей. Автоматизация значительно снижает расходы на эксплуатацию и капитальный ремонт.

Существует два основных подхода по оцифровке данных о строительстве: собственными силами или с привлечением сторонних специалистов. Для цифровизации строительства собственными силами необходимо использовать мобильные программные решения. Внешние специалисты оказывают услугу и отчитываются в любом удобном для заказчика виде.

Основные требования к современным системам управления строительными проектами — это организация единого информационного пространства для оперативного обмена информацией, связь позиций графика работ с объектами цифровой модели и в конечном счете привязка к финансовым системам для закрытия форм приемки работы подрядчиков для оплаты.

Современные цифровые технологии проникают во все отрасли и сектора экономики, в том числе и в строительный сегмент. В данной области к таким технологиям следует отнести математическое и компьютерное моделирование, технологии определения местонахождения, облачные сервисы, технологии Big Data, интеллектуальные датчики, 3D-печать, мобильные устройства и др. Такие технологии кардинально меняют жизнь человека, делая ее проще и комфортнее. В рамках данной статьи авторы попытаются рассмотреть основные аспекты внедрения подобных технологий в различные строительные процессы, рассмотрена актуальность таких изменений отрасли и возможности применения цифровых технологий для реализации новых идей [3].

Строительная отрасль составляет 6 % от мирового ВВП, она создает огромное количество рабочих мест и обеспечивает инфраструктуру, необходимую для эффективной работы других бизнес-структур. Интеграция цифровых технологий позволит обеспечить инновационное развитие отрасли, однако переход к новому формату работы — это сложный и многогранный процесс. Он заключается не только в физическом переходе с бумажных носителей на цифровые, но и в изменении мышления руководителей, смене подходов и моделей организации работы предприятия в целом [1, 2].

Изначально вся архитектурно-строительная работа осуществлялась на бумаге: расчеты производились исключительно вручную с помощью арифмометров и логарифмических линеек, документы хранились на бумаге. Автоматизированное моделирование зародилось в 50-х гг. прошлого века и совпало с появлением первых коммерческих компьютеров. При помощи автоматизированных программ производились наиболее трудоемкие работы чертежного характера. С тех пор возможности подобных программ существенно расширялись, и сегодня пользователь имеет возможность создать полноценную компьютерную версию создаваемой модели. Все расчеты и изменения ведутся в автоматическом режиме, что позволяет избежать человеческой ошибки и значительно оптимизировать процесс подготовки проектной документации [1].

Одним из наиболее значимых и важных этапов обследования зданий является создание корректных чертежей реализуемого проекта. Наиболее эффективный способ создания таких чертежей — использование лазерных установок.

Человечество XXI века оказалось на пороге четвертой промышленной революции, именуемой «Индустрия 4.0». Этапами программы «Индустрия 4.0» станут цифровое проектирование и моделирование, 3D-печать и роботизация. Использование киберфизических систем с участием легких интеллектуальных роботов, помогающих сотрудникам без дополнительной опасности, позволит переоборудовать все предприятие без его остановки. В России на государственном уровне принято решение об уже давно назревшем переходе на стандарты цифровизации отрасли, которые доказали свою эффективность во всем мире [4].

Цифровая трансформация сегодня затрагивает все страны мира. Инновации меняют мир за несколько лет, что говорит о переходе на следующую фазу экономической динамики, кардинально ускоренную на фоне последних двух веков. Интернет, современные гаджеты, искусственный интеллект способны разделить жизнь на «до» и «после». Стремительное распространение инноваций снижает стоимость товаров и услуг для покупателя, а также уменьшает издержки производства. Как следствие, растущий уровень потребления сокращает величину добавленной стоимости, что замедляет динамику роста ВВП.

В мире имеются положительные достижения в реализации программы «Индустрия 4.0». Например, в Соединенных Штатах Америки создали

консорциум промышленного Интернета для продвижения «Интернета вещей». Проекты современного производства активно реализуются в Китае и США, что диктует необходимость ускориться для европейцев. Для повышения конкурентоспособности и реализации совместных инициатив, объединяются усилия Российской Федерации в том числе с Германией. Среди актуальных направлений: искусственный интеллект, суперкомпьютеры и транспорт с автопилотным управлением, блокчейн, биоинженерия, трехмерная визуализация и печать. Главным конкурентным направлением становится накопление «Больших данных» для эффективного взаимодействия между государством и обществом. Так, с 2018 г. технологию уже стали применять контрольно-надзорные органы для сбора и анализа информации об объектах [5].

Ярким примером является поддержанное на государственном уровне внедрение BIM-технологий в Великобритании. Здесь с использованием информационного моделирования по заказу государства были построены многие значимые объекты. Технология подтвердила свою высокую эффективность. В сравнении с аналогичными проектами, построенными без использования BIM, сокращение издержек достигало 30 %. А в Китайской Народной Республике создана и функционирует промышленная концепция «Китайское производство 2025», в которой определена главная задача — поднять промышленность до уровня «Индустрия 3.0», а к 2025 г. достичь четвертого промышленного уклада. В Германии благодаря предприятиям по принципу «Индустрия 4.0» уже в 2022—2023 гг. результативность трудовых ресурсов может повыситься в среднем на 18 %. К 2025 году это может сделать ее ведущим поставщиком киберфизических систем по различным направлениям: энергия и умные сети, сетевая мобильность, телемедицина и удаленная диагностика, автоматизация промышленности [7].

В нашей стране отсутствуют мероприятия, подобные Digital Construction Week. Компания «Мобильные решения для строительства» (ООО «МРС») в прошлом году участвовала во всех знаковых российских конференциях и выставках, на которых так или иначе обсуждались темы применения информационного моделирования для строительства. Это «РосТИМ» и «100+ Forum» в Екатеринбурге, «ПСС: BIM на практике» в Санкт-Петербурге, Autodesk University Russia и «РИСФ 2017» в Москве, nanoCAD Show в Казани и др. Но большая часть этих мероприятий — конференции конкретных CAD-вендоров, а остальные — это выставки, на которых обсуждается слишком широкий круг вопросов [5].

Оценивая итоги этих мероприятий, можно сделать вывод, что как такового рынка информационных продуктов для контроля строительства в России нет. А о применении технологий BIM на уровне 2 и говорить не приходится, поскольку многие российские строительные компании не перешли и на первый уровень, застряв в простом проектировании в AutoCAD и последующей распечатке 2D-чертежей [6].

Таким образом, несмотря на существующие идеи законопроектов, различные технологии, переход к новой экономике в России не достигает

запланированных темпов. Основными преградами в строительной отрасли, мешающим строителям повышать эффективность своей работы за счет современных информационных систем, являются [6]:

- 1) законодательно закреплённое засилье бумажного документооборота;
- 2) отсутствие культуры использования программ для бизнеса на смартфонах и планшетах;
- 3) боязнь за сохранность данных;
- 4) негативный опыт внедрения IT-систем;
- 5) санкции на зарубежное ПО и риск остаться ни с чем.

Таким образом, с уверенностью можно говорить о хороших перспективах развития автоматизации контроля строительства. Ведь все возражения решаемы, а продукты цифровизации постоянно развиваются в тех направлениях, которые смогут помочь сдавать объекты в срок и в рамках бюджета.

Таким образом, мы делаем вывод, что строительная отрасль в России имеет хороший потенциал к цифровизации. Переход на цифру назрел, несмотря на многие неблагоприятные факторы, значительное число наиболее прогрессивных строительных компаний внедряет в свою работу новые технологии, видя их высокий потенциал и эффективность. Более того (пример компании «Мобильные решения для строительства» это подтверждает), в стране есть разработчики, способные создавать ПО мирового уровня, доказывающее качество своих продуктов высоким эффектом от внедрения. Поэтому начавшаяся сейчас на государственном уровне работа по легализации технологий информационного моделирования имеет большие шансы на успех. И согласно обнародованным планам правительства РФ, в цифровую эпоху российская строительная отрасль окончательно войдет уже в ближайшие два года.

Библиографический список

1. Ашнина Ю. А., Борисова Н. И., Борисов А. В. Оценка состояния строительной отрасли на уровне современного города // Экономика и предпринимательство. 2016. № 4 (ч. 2). С. 922—925.
2. Макевнина П. А., Ашнина Ю. А., Борисов А. В. Проблема улучшения жилищных условий населения России и ее регионов в новых экономических условиях // Экономика и предпринимательство. 2016. № 10 (ч. 1). С. 1218—1223.
3. Татаринов Т. Цифровизация строительной отрасли: место России в мировых тенденциях на примере контроля строительства // САПР и Графика. Архитектура и строительство. 2018.
4. Программа «Цифровая экономика Российской Федерации» № [Электронный ресурс]: URL: static.government.ru/media/files/9gFM4FHj4PsB79I5v7yLVuPgu4bvR7M0.pdf.
5. Об опыте и перспективах применения BIM в строительстве [Электронный ресурс]. URL: <https://bimlib.ru/articles/vnedryat-nelzya-jdat-ob-opyte-iperspektivah-primeneniya-bim-v-stroitelstve-36/>.
6. Васильева Н. В., Бачуринская И. А. Проблемные аспекты цифровизации строительной отрасли // Вестник Алтайской академии экономики и права. 2018. № 7. С. 39—46.
7. Травуш В. И. Цифровые технологии в строительстве // Строительные науки. 2018. № 3. С. 107—117.

А. С. Чугунов, Л. М. Весова

*Волгоградский государственный технический университет,
Волгоград, Российская Федерация*

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ СТРОИТЕЛЬСТВА ЗДАНИЙ

Ячеистый бетон — это искусственный поризованный каменный материал. Отечественным и зарубежным опытом производства и применения ячеистых бетонов установлена их высокая технико-экономическая эффективность.

Ключевые слова: ячеистые бетоны, перспективная технология, пенобетон.

На сегодняшний день в строительство внедряются новые технологии. Одна из таких технологий — ячеистые бетоны.

Популярность ячеистого бетона не случайна и объясняется тем, что его легко произвести не только на больших заводах с дорогим оборудованием, но и непосредственно на стройке или на небольшом производстве. Практика давно доказала, если технология стала доступной для мелкого и среднего бизнеса, то ее ждет успешное развитие.

Технологию получения искусственного камня с характеристиками близкими к дереву в начале XX века изобрел шведский архитектор А. Эрикссон. В 1924 году этот материал получил международный патент и признание. Начало промышленному производству автоклавных ячеистых бетонов положила Швеция в 1929 году. С этого времени и началось применение ячеистого бетона в строительстве.

Ячеистый бетон стали применять в России в 50—60 годы XX века. Но до недавнего времени этот материал у нас использовался только в качестве утеплителя для крыш и реже в промышленном строительстве. В индивидуальном жилищном строительстве ячеистый бетон начал использоваться только в начале 90-х годов прошлого столетия. Жилые дома, построенные из этого материала, отличаются, прежде всего, высоким уровнем комфортности.

Пенобетон — легкий ячеистый бетон, получаемый в результате твердения раствора, состоящего из цемента, песка, воды и пены. Пена обеспечивает необходимое содержание и равномерное распределение воздуха в бетоне. Пену получают из пеноконцентрата (пенообразователя). В качестве пенообразователя могут быть использованы различные органические и неорганические соединения, получаемые на основании натурального протеина, и синтетические, получаемые при производстве моющих средств.

Пенобетон — недорогой, экономичный, прочный, экологически чистый, биологически стойкий материал, по экологичности более близок к дереву, но не горючий и долговечный. В некоторых странах блоки из пенобетона называют биоблоками, поскольку в качестве исходного сырья используют только экологически чистые природные компоненты. Пенобетон сочетает в себе преимущества камня и дерева: прочность, легкость, обрабатываемость и

гвоздимость и не нуждается в комбинациях с другими строительными материалами. Его можно штукатурить, обивать вагонкой или другим материалом, красить фасадными красками в любой цвет. Возможность получить требуемый удельный вес, заданную прочность, необходимую термосопротивляемость, нужную форму и объем делают его привлекательным для изготовления широкой номенклатуры строительных изделий. Данный продукт может быть использован в качестве как конструкционного, так и теплоизоляционного материала. С точки зрения долговечности пенобетон, в отличие от минеральной ваты и пенопластов, теряющих свои свойства, со временем только улучшает свои теплоизоляционные и прочностные показатели.

Множество разновидностей пенобетона классифицируют по следующим основным признакам:

1. По функциональному назначению пенобетона делят на три группы: теплоизоляционные, теплоизоляционно-конструкционные и конструкционные.

2. По виду вяжущего вещества. В технологии производства пенобетона в качестве вяжущего используют в основном цементы и известь, реже гипс.

3. По виду кремнеземистого компонента. Наиболее широко используют кварцевый песок, а также золу-унос от сжигания бурых и каменных углей, металлургические шлаки и отходы глиноземного производства.

4. По способу твердения делят на безавтоклавные, предусматривающие пропаривание, электроподогрев или другие виды прогрева при нормальном давлении, и автоклавные, которые твердеют при повышенных давлении и температуре.

Вяжущим для цементных ячеистых бетонов обычно служит портландцемент. При производстве пенобетона автоклавного твердения также применяют молотую негашеную известь.

Кремнеземистый компонент (молотый кварцевый песок, зола-унос ТЭС и молотый гранулированный доменный шлак) уменьшают расход вяжущего, усадку бетона и повышают качество ячеистого бетона. Кварцевый песок обычно размалывают мокрым способом и применяют в виде песчаного шлама. Измельчение увеличивает удельную поверхность кремнеземистого компонента и повышает его химическую активность.

Пенобетон готовят, смешивая отдельно приготовленные растворную смесь и пену, образующую воздушные ячейки. Растворную смесь получают из вяжущего (цемента или воздушной извести) кремнеземистого компонента и воды.

Пену готовят в пеногенераторах или центробежных насосах из водного раствора пенообразователей, содержащих поверхностно-активные вещества. Применяют клееканифольный, смолосапоиновый, алюмосульфонафтенный, органические и синтетические пенообразователи.

Физико-механические свойства пенобетона зависят от равномерности распределения пор, их характера (открытые, сообщающиеся или замкнутые), вида вяжущего, условий твердения и ряда других факторов.

Свойства пенобетона взаимосвязаны между собой. Так, коэффициент теплопроводности (λ) в сухом состоянии зависит в основном от величины средней плотности. Несущественное влияние на величину λ оказывает вид вяжущего, условия твердения и другие факторы. Это объясняется тем, что материал стенок, образующих поры, состоит из цементного камня или близкого к нему гидросиликатного каркаса. Поэтому величина пористости и соответственно средней плотности преимущественно определяет теплопроводность пенобетона.

В качестве ограждающих конструкций широкое применение могут найти однослойные стены из высокоточных блоков из неавтоклавного пенобетона с защитно-декоративными покрытиями из высокопрочного пенобетона.

Перспективным также представляется сборно-монолитный вариант ограждений, выполненный из несъемной опалубки из высокопрочного защитно-декоративного пенобетона 800—900 заводского изготовления, слоя из пенобетона 600 и укладываемых между ними теплоизоляционных плит или заливаемого в построечных условиях пенобетона 200—250.

Заслуживает большого внимания и разработки по устройству перекрытий из высокопрочного ($R_{сж} = 15...20$ МПа) пенобетона 900—1200 в монолитном исполнении. Представляется весьма актуальным и дальнейшее исследование, касающееся применения пенобетонов с повышенными звукопоглощающими свойствами при устройстве перекрытий, стен, перегородок жилых домов.

Наиболее рациональными областями применения изделий и конструкций из неавтоклавного пенобетона являются:

- 1) ограждающие, в том числе однослойные конструкции зданий повышенного уровня теплозащиты;
- 2) монолитные перекрытия и покрытия малоэтажных зданий;
- 3) теплоизоляция чердачных перекрытий и полов первых этажей;
- 4) звукоизоляция перекрытий, стен и перегородок.

Таким образом, по технико-экономическим показателям производства и применения пенобетонные изделия и монолитный пенобетон относятся к числу наиболее востребованных в настоящее время стеновых материалов. Решение проблемы энергосбережения, долговечность, экономичность, пожаробезопасность и невысокая стоимость ограждающих и теплоизоляционных конструкций зданий и пенобетонов позволяют рекомендовать неавтоклавный пенобетон и продукцию из него к самому широкому применению.

Библиографический список

1. Баженов Ю. М. Технология бетона : учебник. М. : АСВ, 2011.
2. Меркин А. П., Филин А. П., Земцов Д. Г. Формирование макроструктуры ячеистых бетонов // Строительные материалы. 1963. № 12. С. 10—12.
3. Пухаренко Ю. В. Прочность и долговечность ячеистого фибробетона // Строительные материалы. 2004. № 12. С. 40, 41.
4. Ухова Т. А. Ресурсосберегающие технологии производства изделий из неавтоклавных ячеистых бетонов // Бетон и железобетон. 1993. № 5. С. 5, 6.

М. А. Штанько, Л. М. Весова

*Волгоградский государственный технический университет,
Волгоград, Российская Федерация*

ПРОБЛЕМЫ ОПЕРАЦИОННОГО КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА СТРОИТЕЛЬНО-МОНТАЖНЫХ РАБОТ

Описана проблематика важнейшего понятия оперативного контроля качества строительно-монтажных работ. Приведен поэтапный перечень контролируемых стадий строительного процесса. Разобраны контролирующие органы контроля согласно российскому законодательству и правилам организации строительных процессов.

Ключевые слова: оперативный контроль, контроль качества строительно-монтажных работ, проведение государственного строительного надзора, входной контроль качества.

Оперативный контроль качества строительно-монтажных работ включает в себя проверку соблюдения технологических режимов, которые предусмотрены сводом правил, регламентами и технологическими нормативами. Показатели качества выполняемых операций должны соответствовать требованиям технологической, проектной, а также предусмотренной нормативной документации. Последовательность и состав выполняемых операций должны соответствовать данным проектной документации, согласованных контролирующим органом проектного института, все изменения согласовываются назначенным авторским надзором.

На практике при производстве строительно-монтажных работ нередко проектным институтом не учитываются особенности данного объекта. В результате чего в ходе работ приходится вносить изменения в рабочую и проектную документацию. Отклонения от проекта при производстве работ возможны лишь в случае, когда крупные поправки согласуются на всех этапах проектирования и вносятся изменения в проектную документацию на уровне изменений в проекте. Также проектным институтом назначается представитель авторского надзора, который в праве самостоятельно вносить незначительные изменения в физическом исполнении работ, подтверждая согласование печатью и подписью авторского надзора, на бумажном носителе проекта, принятого в производство работ с соответствующим штампом.

Первоначальным этапом любого строительного процесса является организация входного контроля качества, применяемого материала и оборудования. В данном случае составляется акт входного контроля, согласно форме по перечню приемо-сдаточной документации, и делается запись в журнал верификации (входного контроля), с указанием полного комплекта сопроводительной документации (паспорта, инструкции по эксплуатации, формуляры, сертификаты качества, отказные письма, бирки и т. д.).

Данный этап представляет особую важность в производственном процессе, так как качество применяемых материалов и функционал устанавливаемого оборудования влияет на общее качество объекта. На данном этапе происходит первичная проверка всех поступающих материалов и оборудования. Далее в актах входного контроля ставят подписи принимающие лица со стороны заказчика и со стороны подрядчика в соответствии с приказом о назначении ответственных.

Согласно требованиям Гражданского кодекса Российской Федерации статьей 52, 53, лицо, осуществляющее строительство, несет полную ответственность за качество выполняемых работ и их соответствие проектной документации, а также за соответствие требований, которые влияют на безопасность объекта капитального строительства. При этом особый контроль осуществляется над работами, которые невозможно проверить после выполнения последующих работ при правильно исполненной технологии строительства.

После проведения контроля составляются акты освидетельствования скрытых работ и прочие установленные формы документов, которые предусматриваются перечнем выполненных работ.

Операционный контроль, выполняемый со стороны подрядчика, включает в себя выявление соответствия соблюдений последовательностей и состава технологических операций, выполнения требований регламентов, стандартов и сводов правил, соответствия проектной документации, соблюдения безопасности выполнения объектов, испытание участков инженерных сетей и мест монтажа оборудования, при проведении промежуточной приемки законченных комплексов работ.

Со стороны заказчика, при проведении операционного контроля подрядчиком, осуществляется контроль сроков выполнения работ, правильное оформление и подписание документов по факту завершения комплекса работ на объекте капитального строительства при промежуточной приемке, внесение замечаний по факту несоблюдений подрядчиком правил, предусмотренных законодательством, а также проектно-сметной документацией, и выполнение требований к их устранению.

Чаще всего данную функцию заказчика выполняет представитель эксплуатации — люди, которые непосредственно эксплуатируют данный объект и имеют узкую направленность согласно разделам проекта.

Государственный строительный надзор, авторский надзор, а также при необходимости независимые эксперты, лаборатории и прочие органы контроля качества могут участвовать на всех этапах проведения строительно-монтажных работ на производственных участках, а также в специально оборудованных лабораториях. По результатам такого контроля формируются комплекты исполнительной документации, в которых зафиксированы все результаты проверок и фактические данные по факту качества выполнения работ. Акты подписываются со всех сторон, участвующих в строительстве, согласно приказам о назначении ответственных.

Для возможности более точного отслеживания правильной последовательности выполнения строительно-монтажных работ подрядчик обязуется вести общий журнал работ и другие специальные журналы, согласно перечню приемо-сдаточной документации. В данных журналах отражается фактический порядок проведения работ, с указанием даты и подписью ответственных лиц.

При организации и проведении операционного контроля основными документами являются проектная и рабочая документация, технологические карты, план производства работ и нормативно-технические документы.

Как правило, схемы операционного контроля включают в себя контролируемые параметры, объем контроля, обязательные организационно-технологические правила, эскизы конструкций с указанием допустимых отклонений, места выполнения работ, ссылки на нормативно-технические документы.

При разработке операционного контроля качества выполнения работ и регламентов руководствуются действующими строительными нормами и правилами (СНиП).

Приемка геодезической разбивочной основы осуществляется согласно СП 126.13330.2012. Работы по разбивке выполняются согласно чертежу, составленному в соответствии с генеральным планом, а также стройгенпланом объектом капитального строительства. В состав проекта включается разбивочный чертеж, каталог координат с отметками исходных пунктов, каталог проектных координат и отметок, чертежи с геодезическими знаками, а также пояснительная записка с обоснованиями указаний проекта.

Со стороны заказчика есть обязательства по созданию геодезической разбивочной основы. Заказчик должен не менее чем за 10 дней до начала выполнения производства строительно-монтажных работ поэтапно передать техническую документацию на нее и на закрепленные на строительной площадке пункты основы, включая знаки, определяющие точки пересечения.

При приемке работ проверяется правильность закреплений основных разбивочных осей. Приемку-сдачу геодезической основы оформляют актом ее освидетельствования по форме (приказ Ростехнадзора от 09.11.2017 № 470).

Проведение государственного строительного надзора осуществляется уполномоченными в уставном порядке государственные надзорные органы, главными задачами которых являются организационно-правовое обеспечение порядка на различных стадиях строительства.

Часто завершающим этапом проведения строительно-монтажных работ являются пуско-наладочные работы. При монтаже комплексов оборудования, прокладки кабеля, установке электромонтажных систем, комплексов электрохимической защиты и других видов работ проверяется годность системы путем использования специального лабораторного оборудования, которое настраивает приборы, а также подтверждает или отрицает готовность данного прибора или комплекса приборов к эксплуатации.

Данный этап очень важен, так как является показателем качества полного комплекса строительного-монтажных работ. Подтверждающим документом является Технический отчет с печатью лаборатории, проводившей пуско-наладочные работы, и подписью ответственных лиц.

Выводы

Операционный контроль качества строительного-монтажных работ включает в себя множество этапов проверки и контроля производственных процессов, исключение которых из строительной стратегии невозможно. Каждый из них обеспечивает качественный подход к работам и на общий результат строительства.

Библиографический список

1. Гражданский кодекс Российской Федерации. Часть четвертая : Федеральный закон от 18.12.2006 № 230-ФЗ // Собр. законодательства РФ. 2006. № 52, 53.
2. Геодезические работы в строительстве : СП 126.13330.2012. М., 2012.
3. Организация строительства : СП 48.13330.2019. М., 2019.

С. О. Яценко, Д. А. Жиборкин, С. Ю. Жумаев

*Волгоградский государственный технический университет,
Волгоград, Российская Федерация*

СТРОИТЕЛЬНАЯ ОТРАСЛЬ ВОЛГОГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ В ПЕРИОД НЕСТАБИЛЬНОСТИ

Рассматриваются вопросы влияния негативных событий внешней среды на функционирование и развитие строительной отрасли Волгоградской области. Исследована динамика основных показателей работы строительной отрасли в условиях пандемии и политической нестабильности. Сделан вывод о перспективах развития отрасли при условии государственной поддержки и социальном одобрении.

Ключевые слова: строительная отрасль, нестабильность, развитие строительства.

События, происходящие в последнее время, делают актуальными не только вопросы, связанные с преодолением угроз международной безопасности Российской Федерации. Экономическая безопасность становится одним из важнейших элементов национальной безопасности страны в целях обеспечения достаточного и достойного качества жизни россиян. Вопрос улучшения жилищных условий населения России с годами не теряет своей актуальности, однако главным сдерживающим фактором в большинстве случаев являются высокие цены на рынке жилья. Покупка собственного жилья за полную стоимость многим семьям со средними доходами в России пока недоступна. При этом рыночные цены определяются в первую очередь предложением, которое прямо зависит от объемов строительства жилья. Изучая динамику показателей отрасли можно отметить, что объем строительства жилых домов в последние годы имеет тенденцию к снижению, однако остается на достаточно высоком уровне [5].

Развитие жилищного строительства зависит не только от государственного регулирования и участия, но также от активности застройщиков, производителей строительных материалов, инвесторов, подрядчиков и др. Достижение высоких темпов роста отрасли жилищного строительства возможно только при достижении баланса интересов всех участников рынка. Важную роль в этом играет применение инновационных строительных материалов, внедрение современных ресурсосберегающих технологий, способствующих снижению себестоимости строительства и увеличению общего количества строительных объектов. Технологический прогресс не стоит на месте, и хочется надеяться, что современные ученые разработают строительные материалы, технологические системы, находящиеся в полном согласии с природой и экологией [6]. Существенна в развитии жилищного строительства тенденция на уменьшение сроков строительных работ не в ущерб качеству готовой продукции, благодаря применению современных строительных материалов и технологий.

Жилищное строительство в Волгоградской области достигло в 2022 году 21 млн м² от общей площади готовой продукции или примерно 20 м² на одного человека, что соответствует средним общероссийским показателям. Большую часть жилого фонда области занимают высотные дома 5—9 этажности, доля частного жилья составляет около 15 % [2].

Развитие строительного комплекса является одним из приоритетных направлений стратегических документов экономического развития Волгограда и Волгоградской области, в связи с тем, что от эффективности данной работы зависит развитие других отраслей и сфер общественных отношений, в особенности социальной политики в части обеспечения доступных цен на жилье для населения, повышение темпов строительства жилья, промышленных и сельскохозяйственных объектов, автомобильных дорог, индустриальных парков. Одними из ярких направлений развития отраслевого взаимодействия в Волгоградской области заявлены формирование строительных кластеров и повышение эффективности жилищно-коммунального хозяйства.

Пандемия COVID-19 внесла свои коррективы в планы и темпы развития строительной отрасли в Волгоградской области. Однако введенные ограничения были эффективно купированы методами государственной поддержки бизнеса в тот же период. Несмотря на самоизоляцию и ковидные ограничения, регион продолжил развиваться и наращивать темпы в строительной отрасли. По результатам девяти месяцев в Волгограде и Волгоградской области в 2020 году было введено в эксплуатацию более 466 тыс. м² жилья, что на 27 % выше прошлогоднего показателя. Из общего количества введенного жилья 229,5 тыс. м² приходится на многоквартирные дома, введено в эксплуатацию 85 многоквартирных домов [5].

Развитию строительного сектора экономики Волгограда и Волгоградской области способствовала реализация национальных проектов («Демография», «Жилье и городская среда» [4]), а также продленная президентская ипотечная программа («Господдержка-2020» [1]). Региональная власть продолжает улучшать механизмы помощи малоимущим семьям в приобретении квартир в новостройках, большое внимание уделяется восстановлению прав граждан, которые инвестировали в строительство жилья и были обмануты.

Обострение международной политической ситуации и начало Россией специальной военной операции весной 2022 г. повлияли на экономику всей страны и на строительную отрасль Волгоградской области в частности. В начале года наблюдались трудности с поставками строительных материалов и оборудования из-за границы, однако позже ситуация нормализовалась и отрасли удалось справиться с разрывом логистических цепочек. Региональные застройщики отмечали сложности с поставками из-за границы. Некоторые из них вообще были приостановлены по ряду материалов и техники из стран, которые ввели санкции. Например, отмечены сложности с некоторыми японскими строительными материалами, оборудованием из Германии и Дании и т. д. Все это заставило выстраивать отношения и налаживать контакты с поставщиками аналогичных материалов и оборудования из дружественных государств [3].

Строительство — одна из отраслей, наиболее уязвимая к любому кризису. Политика Запада обрушила планы застройщиков по продаже жилья и покупке строительных материалов, крупнейшие российские девелоперы бросили все силы для сохранения спроса на квадратные метры.

Согласно данным ассоциации «Национальное объединение строителей» доля импорта в строительстве элитного жилья на 2022 г. составила 25 %, в эконом и комфорт-классе она варьируется от 0 до 5 %. Столь низкие показатели связаны с тем, что уже с 2014 г. Россия, столкнувшись с беспрецедентными международными санкциями, взяла курс на импортозамещение, в том числе и в строительстве. До февраля 2022 г. поставщиками большинства отделочных материалов, электроники и лифтов были европейские страны. Теперь же застройщики ищут им замену в Азиатском регионе. Однако этот процесс не прошел безболезненно — цены на отечественные строительные материалы взлетели на 30...40 %, а с ними и стоимость квадратных метров. К примеру, бетон подорожал в среднем на 15,4 %, кровельный материал — почти на 40 %, кирпич — на 34 %.

В итоге можно утверждать, что строительная отрасль Волгоградской области и всей России в последние годы находится в режиме повышенной турбулентности, что однозначно замедляет темпы ее развития, а порой и ставит под сомнение возможность существования целых производственных комплексов. Однако, несмотря на все трудности, Волгоградская область стремится к прогрессивному развитию, пытаясь противостоять и подстраиваться под возникающие вызовы. Население городов и всей области видит своими глазами, с какой скоростью появляются новые объекты коммерческой недвижимости, растет количество и качество жилья, а также планомерно увеличивается качество жизни населения. Для повышения эффективности строительной отрасли в регион привлекаются лучшие специалисты со всей России, а также ведется подготовка профессиональных кадров силами высших и средних профессиональных учебных заведений Волгограда и области.

Библиографический список

1. О внесении изменений в некоторые акты Правительства Российской Федерации : Постановление Правительства РФ от 30 апреля 2022 г. № 806.

2. В Волгоградской области растет объем жилищного строительства // Волгоградская правда // URL: <https://vpravda.ru/ekonomika/v-volgogradskoy-oblasti-rastet-obem-zhilishchnogo-stroitelstva-98824/> (дата обращения: 05.12.2022).

3. Квартирный вопрос: что происходит на рынке недвижимости в Волгограде // Новости Волгограда. URL: <https://novostivolgograda.ru/news/2022-10-25/kvartirnyu-vopros-cto-proishodit-na-rynke-nedvizhimosti-v-volgograde-2167064> (дата обращения: 05.12.2022).

4. Паспорт национального проекта «Жилье и городская среда» (утв. президиумом Совета при Президенте Российской Федерации по стратегическому развитию и национальным проектам (протокол от 24 декабря 2018 г. № 16).

5. Регионы России. Социально-экономические показатели. 2021 г. : статистический сб. / Федеральная служба государственной статистики. М., 2021. URL: https://gks.ru/bgd/regl/b21_14p/Main.htm (дата обращения: 05.12.2022).

6. Экология урбанизированных территорий: особенности развития, проблемы, методы оценки : монография / В. Г. Поляков, Э. С. Косицына, Д. К. Князев и др. Волгоград, 2021. С. 9.

СЕКЦИЯ 3. ПЕРСПЕКТИВНЫЕ СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ТЕХНОЛОГИИ

УДК 69.003:620.9

Н. И. Борисова, В. В. Христенко, Т. В. Благородова, Е. О. Ким

*Волгоградский государственный технический университет,
Волгоград, Российская Федерация*

РЕГИОНАЛЬНЫЕ АСПЕКТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ УРОВНЯ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ СТРОИТЕЛЬНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

Энергоэффективность в России и ее регионах активно развивается, появляются новые энергосберегающие технологии, разрабатываются и определяются основные направления энергосбережения, осуществляется внедрение и установка нового энергосберегающего оборудования. В статье рассматривается энергетический потенциал Волгоградской области и приводится перечень предприятий, вырабатывающих электроэнергию, выступающих проводником электроэнергии и занимающихся сбытом электроэнергии в Волгоградской области. Также в статье рассмотрено на конкретном примере, каких результатов можно добиться при реализации мероприятий по повышению энергоэффективности на предприятии.

Ключевые слова: энергоэффективность, энергетический потенциал, энергетическая эффективность, энергетические ресурсы, программа энергоэффективности.

В настоящее время Российская Федерация обладает одними из лучших в мире технологических возможностей для энергосбережения и повышения энергоэффективности, на долю которых приходится более 40 % энергопотребления. Почти треть этого объема приходится на топливно-энергетический сектор, остальные 35...37 % — на обрабатывающую промышленность и 25...27 % — на жилищно-коммунальное хозяйство.

Российская Федерация входит в тройку самых энергоемких государств мира, однако по уровню энергоэффективности страны нет и первой двадцатке. А ведь в отличие от внедрения новых промышленных технологий, требующих огромных первоначальных затрат, повышение энергоэффективности является более доступным способом получения дополнительных дивидендов, так как большинство энергосберегающих мероприятий лежат в области организационных процедур — энергоэффективность является одним из самых перспективных способов достижения значительных экономических результатов без ущерба другим системам.

Энергетический потенциал Волгоградской области представлен действующими тепловыми электростанциями общей мощностью более 3000 МВт и гидроэлектростанцией установленной мощностью 2,59 ГВт. Тепловые электростанции Волгоградской области в основном работают на газе (97...98 %) и мазуте (2...3 %), ориентированы на потребителя и расположены в Волгограде, Волжском, Михайловке, Камышине. Электроэнергия,

вырабатываемая гидроэлектростанциями, составляет 67,9 % от общего объема выработки электроэнергии, в то время как тепловые электростанции — 32,1 %.

Обеспечение рационального использования энергетического потенциала Волгоградской области возможно за счет расширения и повышения энергоэффективности и энергосбережения, а также за счет прямого участия региональных и муниципальных структур, юридических и физических лиц. Энергоэффективность экономики Волгоградской области значительно возросла за последние пять-шесть лет.

Список предприятий, вырабатывающих электроэнергию, выступающих проводником электроэнергии и занимающихся ее сбытом в Волгоградской области, приведен в табл. 1—3 соответственно.

Таблица 1

Список предприятий, вырабатывающих электроэнергию в Волгоградской области

№ п/п	Расположение	Наименование организации
1	Михайловка	МУП «Михайловская ТЭЦ»
2	Волгоград	ВЭС — филиал ФГУ «Волго-Донское ГБУВПиС»
3	Волгоград	ООО «ЛУКОЙЛ-Волгоградэнерго»
4	Волгоград	Филиал ОАО «Каустик» Волгоградская ТЭЦ-3

Таблица 2

Список предприятий, выступающих проводником электроэнергии в Волгоградской области

№ п/п	Расположение	Наименование организации
1	Волгоград	ООО «Энергосвязь»
2	Волжский	ОАО «Волжский азотно-кислородный завод»
3	Волжский	ООО «КОМФИ-СКБ»
4	Волжский	ООО «Зодиал»
5	Волжский	ОАО «Волжский подшипниковый завод»
6	Волжский	ОАО «Каучук»
7	Волжский	ОАО «Волжский трубный завод»
8	Волжский	ОАО «Волжский оргсинтез»
9	Волжский	МКП «Волжские межрайонные электросети»
10	Волгоград	МУПП «Волгоградские межрайонные электрические сети»
11	Волгоград	ЗАО «Завод железобетонных изделий № 2-производство»
12	Волгоград	ОАО «Тракторная компания “ВгТЗ”»
13	Волгоград	ФГУП ПО «Баррикады»
14	Волгоград	ЗАО «Вода-Кристалльная»
15	Волгоград	ЗАО «Региональная энергетическая служба»
16	Волгоград	ОАО «Волгоградский хладокомбинат»
17	Волгоград	ОАО «Волгоградский завод железобетонных изделий № 1»
18	Волгоград	ОАО «Международный аэропорт Волгоград»
19	Волгоградская область	ОАО «Волгоградоблэлектро»
20	Волгоград	ЗАО «Производственное объединение “Завод силикатного кирпича”»

№ п/п	Расположение	Наименование организации
21	Волгоград	ООО «Волгоградский завод буровой техники»
22	Волгоград	ООО «ГОРСТРОЙ-АЛЬЯНС»
23	Волгоград	ООО «ЦУМ-2001»
24	Волгоград	ОАО «ИПК «Царицын»»
25	Волгоград	ООО «Пересвет-Регион-Волгоград»
26	Волгоград	ОАО «Волгоградский речной порт»
27	Волгоград	ООО «Волгоградская мельница»
28	Волгоград	ОАО «Волгограднефтемаш»
29	Волгоград	ООО «Волжское Полесье-Энерго»
30	Волгоград	ВАО «Химпром»
31	Волгоград	ОАО «Волгоградский электромеханический завод»
32	Волгоград	Волгоградский завод ЗАО «Северсталь-Метиз»
33	Волгоград	ООО «ЛУКОЙЛ-ЭНЕРГОСЕТИ»
34	Волгоград	ООО «ОМСКТЕХУГЛЕРОД» Волгоградский филиал
35	Волгоград	Филиал ОАО «МРСК Юга» — «Волгоградэнерго»
36	Волгоград	Волгоградское РНУ-Филиал ОАО «Приволжские магистральные нефтепроводы» АК по транспорту нефти
37	Волгоград	ООО «Манхэттен Девелопмент»
38	Волгоград	Волгоградский алюминиевый завод Сибирско-Уральской алюминиевой компании — филиал ОАО «СУАЛ»
39	Волгоград	Энергосбыт Приволжской железной дороги — филиала ОАО «РЖД»
40	Волгоград	Филиал ФГУП ВГТРК Государственная телевизионная и радиовещательная компания «Волгоград-ТРВ»
41	Волгоград	ООО «Техсервис»
42	Саратов	Саратовский филиал ООО «Газпромэнерго»

Таблица 3

Список предприятий, занимающихся сбытом электроэнергии в Волгоградской области

№ п/п	Расположение	Наименование организации
1	Волжский	МУП «Волжский энергосбыт»
2	Волгоград	ООО «РЭС-Энергосбыт»
3	Волгоград	ООО «Волгоградоблэлектросбыт»
4	Волгоград	ОАО «Волгоградэнерго»
5	Волгоград	ООО «Русэнерго»

Сегодня энергоэффективность в строительстве, вследствие улучшения финансового состояния предприятий, роста тарифов на энергетические ресурсы, а также серьезного технологического обновления производственного оборудования, организовывается на более высоком уровне. Успешно используется модернизация проводимых технологических процессов, а также самой структуры конкретных предприятий. Эффективный результат приносит и реконструкция систем энергоснабжения производства. При этом мероприятиям, направленным на энергоэффективность деятельности строительных предприятий, уделяется меньшее внимание, и в основном это сокращение потребления электроэнергии для освещения.

Выбор мероприятий, позволяющих организовать эффективное потребление энергоресурсов в строительных предприятиях, зависит от индивидуальных особенностей конкретных предприятий, энергосберегающей политики региона, положений программы об энергоэффективности, заинтересованности руководства предприятий и органов власти и местного самоуправления.

Главными побудительными мотивами энергетической эффективности выступают денежные средства и доступность энергетических ресурсов, при лимитированном доступе к электроэнергии дополнительно возникает мотив экономии. Одной из главных причин для проведения мероприятий, которые могут увеличить энергоэффективность на строительных предприятиях, считается необходимость повышения экономической эффективности производства. Довольно большой процент энергозатрат на предприятиях объясняется моральным износом применяемого оборудования и потерями энергии при транспортировке ее от поставщика к потребителю. Поэтому основные реализуемые меры энергоэффективности строительных предприятий, как правило, тесно связаны с технологическими процессами производства продукции. Такие проекты сегодня многочисленны, поскольку высокая конкуренция в сфере производства товаров стимулирует производителей к снижению производственных издержек, при этом есть как типичные, так и специальные проекты, «привязанные» к конкретной продукции [6].

На конкретном примере рассмотрим, каких результатов можно добиться при реализации мероприятий по повышению энергоэффективности на предприятии.

Волгоградская компания «Эконекс», которая специализируется на производстве осветительного оборудования на базе LED-технологий и внедрении светотехнических решений клиентам, уже имеет успешный опыт реализации проектов по энергоэффективности.

Осенью 2017 года в рамках энергосервисного контракта специалисты компании завершили модернизацию системы освещения ПАО «Ижорские заводы». Промышленное предприятие работает в секторе тяжелого машиностроения. Специализируется на проектировке и выпуске оборудования для атомной энергетики, тяжелого, химического и нефтяного машиностроения.

В ходе реализации проекта было переоборудовано свыше 138 тыс. м² производственных площадей с высотой помещений в пределах 16...60 м. Модернизация предусматривала замену светильников типа ДРЛ разной мощности на современные промышленные осветительные приборы Econex PowerX 240 и Econex PowerX 480.

Параллельно была оборудована беспроводная система Econex Smart, предназначенная для управления освещением и другими технологическими установками. В ней предусмотрено два режима управления — ручной и автоматический. Все управляемые элементы объединяются в единую сеть с помощью роутера Econex RF Gate.

По локальной сети или через Wi-Fi-соединение система управляется с любого ПК (с операционной системой Windows или Linux). С этой целью

также можно использовать планшет или смартфон на базе iOS или Android. Функционал устройства позволяет использовать парольную защиту в соответствии с иерархией доступа сотрудников, которая зависит от их квалификации и должностных обязанностей.

В число основных функций беспроводной системы Ecomex Smart входят:

- объединение осветительных приборов в группы;
- адресное управление работой светильников;
- регулирование яркости свечения от 0 до 100 %;
- управление осветительными линиями;
- управление технологическими установками при помощи датчика «сухой контакт»;
- возможность реализовать любой алгоритм работы оборудования и системы освещения;
- контроль всех приборов и систем, подключенных к сети;
- возможность вносить необходимые коррективы в настройки в удаленном режиме;
- интеграция приборов учета электрической энергии;
- анализ полученной информации;
- хранение статистических данных.

До модернизации суммарная мощность осветительной системы ПАО «Ижорские заводы» составляла 2406 кВт. После реорганизации для освещения тех же промышленных помещений предприятию понадобилось 317 кВт.

Все этапы проекта были реализованы за счет средств компании «Эконекс». Сегодня завод выплачивает стоимость установленного оборудования за счет средств, сэкономленных на оплате электроэнергии. Примечателен тот факт, что сумма выплат не превышает фактической суммы, которая тратилась на оплату электроэнергии до модернизации. Компания-подрядчик, которая также выступила в роли инвестора, взяла на себя обязательство достичь минимальной экономии и гарантированной освещенности согласно СНиПам. Следует признать, что эти обязательства были выполнены полностью и дали определенно высокий уровень энергоэффективности предприятия.

Хотя потенциал энергоэффективности строительных предприятий в России существенен, опыт реализации проектов по энергоэффективности невелик. На данный момент наиболее достоверный и полный источник информации об энергоэффективности строительных предприятий — Центр по эффективному использованию энергии (ЦЭНЭФ), который в течение последних десяти лет активно участвовал в разработке программ повышения энергоэффективности в зданиях.

Предприятия недостаточно активно реализуют меры энергоэффективности, уже доказавшие свою эффективность. Существует целая категория мероприятий, которую принято называть «хорошей практикой энергоэффективности». Однако такие мероприятия «хорошей практики», как изоляция зданий и установка энергоэффективных светильников, еще недостаточно популярны в

России. Предприятия не в полной мере используют эффективные организационные механизмы для реализации программ энергоэффективности деятельности, например, стимулирование исполнителей через систему премирования по результатам.

Эффективная практика учета энергозатрат сложилась далеко не везде. Большинство предприятий пока еще не ведут учет на уровне отдельных цехов, а отслеживают энергопотребление на уровне предприятия в целом, что не позволяет оперативно анализировать динамику энергопотребления на самых энергоемких участках производства, а также оценивать реальный эффект от реализованных мер по энергоэффективности деятельности строительного предприятия [7].

Успешному внедрению программы энергоэффективности в России мешает, в частности, высокая доля устаревшего энергетического оборудования на производстве. Нефтехимические, нефтеперерабатывающие, металлургические предприятия чаще других используют неэффективные, устаревшие технологии и оборудование, обновление которого должно осуществляться каждые 15 лет, в особенности газовых и паровых турбин. Некоторые отечественные предприятия эксплуатируют энергетическое оборудование более 25 лет, что порождает неостребованную, избыточную мощность.

России и в особенности Волгоградской области нужно приложить больше усилий и не бояться идти на риски по внедрению энергоэффективных мер. Это поможет как и самими строительным предприятиям, так и государству в целом сохранить энергоресурсы на многие годы и повысить экономику страны.

Библиографический список

1. Об энергосбережении : Федеральный закон РФ от 3 апреля 1996 г. № 28-ФЗ // Справочная правовая система «Гарант» [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.garant.ru/>.

2. Об утверждении Программы «Энергосбережение и повышение энергетической эффективности Волгограда на 2012—2022 годы» : Постановление Главы Администрации города Волгограда от 23 ноября 2012 г. № 3133 // Справочная правовая система «Гарант» [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.garant.ru/>.

3. *Борисова Н. И., Борисов А. В.* К вопросу об энергоресурсосбережении и энергоаудите ЖКХ регионов России в новых экономических условиях // Актуальные проблемы экономики и менеджмента. 2016. № 3(03). С. 11—17.

4. *Борисова Н. И., Беляев М. К., Борисов А. В.* Формирование и реализация потенциала энергосбережения предприятия строительства в условиях нестабильной экономики : монография. Волгоград : Изд-во ВолгГТУ, 2019. 139 с.

5. *Воронин С. М., Калинин А. Э.* Энергосбережение : учебное пособие. Зерноград, 2018. 257 с.

6. *Комков В. А., Тимахова Н. С.* Энергосбережение в жилищно-коммунальном хозяйстве. М. : ИНФРА-М, 2017. 320 с.

7. *Свидерская О. В.* Основы энергосбережения. М. : ТетраСистемс, 2018. 176 с.

С. А. Евстигнеев, А. В. Страхов, Д. К. Тимохин, Г. А. Корольков

*Саратовский государственный технический университет имени Ю. А. Гагарина,
г. Саратов, Российская Федерация*

ВЛИЯНИЕ КРЕМНЕЗЕМСОДЕРЖАЩЕЙ ПОРОДЫ НА ОПРЕДЕЛЕНИЕ КИСЛОТНО-ОСНОВНЫХ СВОЙСТВ КОМПОЗИЦИОННОГО ВЯЖУЩЕГО

В России на сегодняшнее время накоплено большое количество побочных продуктов производства фосфорных удобрений — фосфогипса, что является существенной проблемой для ряда регионов страны. Вторичное использование данного вида отхода является одним из эффективных решений проблемы его утилизации. В данной работе проведены исследования гидратационного поведения фосфогипса с добавлением кремнеземсодержащего компонента (опоки) и термической обработки. Было обнаружено, что опока является эффективной адсорбционной добавкой для кислотных примесей (растворимых P_2O_5 и F), которые присутствуют в фосфогипсе, что позволяет регулировать гидратацию и время схватывания фосфогипса. Прочность на сжатие образцов, содержащих 20 % опоки, после 120 мин термической обработки составляет 12 МПа, что на 40 % выше, чем прочности на сжатие образцов без добавки.

Ключевые слова: фосфогипс, кремнеземсодержащий компонент, опока, гидротермическая обработка, прочность, побочный продукт, паровоздушная смесь.

Фосфогипс (ФГ) является кислым побочным продуктом фосфорных удобрений. Большое количество фосфогипса производится во всем мире, и, по оценкам, ежегодно будет производиться более 250 млн тонн [1]. Хотя фосфогипс в основном представляет собой $CaSO_4 \cdot 2H_2O$, он содержит повышенные уровни примесей, таких как H_3PO_4 , $Ca(H_2PO_4) \cdot 2H_2O$, $CaHPO_4 \cdot 2H_2O$ и $Ca_3(PO_4)_2$, остаточные кислоты, фториды (NaF , Na_2SiF_6 , Na_3AlF_6 , Na_3FeF_6 и CaF_2), сульфат-ионы, микроэлементы и органические вещества.

Фосфогипс может быть использован в качестве строительного материала. Есть много исследований, описывающих использование ФГ в цементной промышленности в качестве регулятора схватывания. Также перспективно направление использования ФГ для производства гипсовых штукатурок, однако известно, что примеси ФГ влияют на свойства конечного продукта. Фосфогипс может изменить микроструктуру гипсовых штукатурок. Различная морфология в значительной степени влияет на нормальные сроки схватывания и прочностные характеристики гипсовой штукатурки. Ряд исследований рассматривает производство высокопрочного гипса из фосфогипса и его использования в создании отделочных штучных материалов. Для достижения этой цели фосфогипс прокаливали при 900...1000 °С до ангидрита, который смешивали с подходящими химическими активаторами и тонко измельчали, что позволило достичь высокой прочности на сжатие [2].

Несмотря на большое количество исследований этого вопроса, в настоящее время остается большой интерес к использованию фосфогипса в качестве альтернативного сырья для применения в строительной промышленности. По этой причине необходимо устранить безвредные примеси фосфогипса. Существуют различные методы очистки и нейтрализации примесей в фосфогипсе: промывка, мокрый рассев, нейтрализации известью, водными растворами кислот, раствором лимонной кислоты и обработкой горячим водным раствором сульфата аммония [8, 9].

На основании ранее проводимых исследований в качестве нейтрализующего агента рассмотрено применение природной кремнеземсодержащей породы (опоки). Была выбрана именно опока, поскольку она является микропористой кремнеземсодержащей породой с наличием алюминатных соединений, нередко применяемая в качестве абсорбента. Целью исследования является изучение влияния кремнеземсодержащих материалов на свойства фосфогипса.

Фосфогипсовый дигидрат ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) является побочным продуктом, получаемым предприятием Балаковского филиала АО «Апатит» при производстве фосфорной кислоты по дигидратному способу, где апатит из рудников Кольского полуострова разлагается серной кислотой. Данный вид сырья для производства удобрений является самым экологически чистым в мире. Кольский апатит содержит 1...2 % F, около 38 % P_2O_5 в качестве фосфора. Образец фосфогипса отобран с ленточного конвейера. Общий химический состав представлен в табл. 1.

Таблица 1

Химический состав фосфогипса дигидрата, %

Материал	CaO	SO ₃	SiO ₂	Al ₂ O ₃	MgO	F	Fe ₂ O ₃	P ₂ O ₅	P ₂ O ₅ (общее)	Потери при прокаливании
Фосфогипс	38,60	53,48	0,37	0,13	0,04	0,14	0,03	0,82	0,40	6,40

По содержанию сульфата кальция (до 92 %) фосфогипс соответствует природному гипсу высшего сорта (91...95 %). Следовательно, фосфогипс может быть использован в качестве сырья для производства связующих на основе гипса; однако примеси, остающиеся после промывки ортофосфорной кислоты, препятствуют промышленному использованию этого материала. Было определено, что общий P_2O_5 составляет 0,82 %, включая 0,40 % водорастворимого P_2O_5 . Потеря при прокаливании фосфогипса составила 6,4 % [7].

Кремнистая опока (SiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 , CaO) использовалась в качестве нейтрализующего материала, который адсорбирует кислотные загрязнения (растворимые P_2O_5 и F) из фосфогипса. Кремнистая опока представляет собой кремнеземсодержащую породу, включающую в состав кремнезем- и алюмосиликатные соединения [5], общий состав которой представлен в табл. 2.

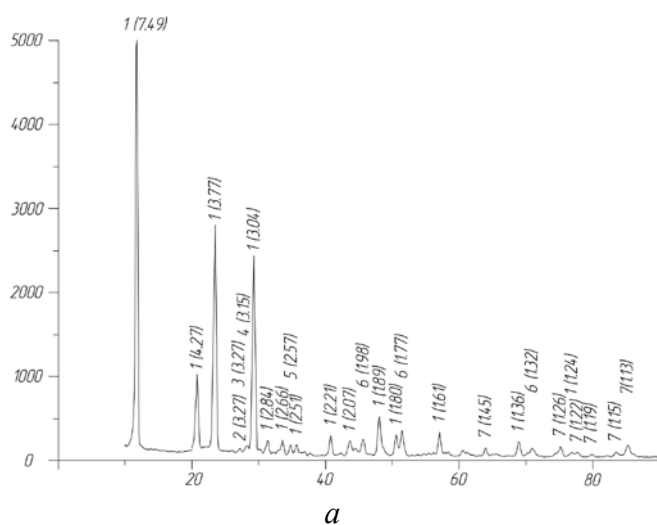
Рентгеноструктурный анализ показал, что фосфогипс в основном содержит дигидрат сульфата кальция и небольшое количество брусита

(CaPO₃(OH)·2H₂O). По данным СЭМ, кристаллы образуют призматические конгломераты (рис. 1, а).

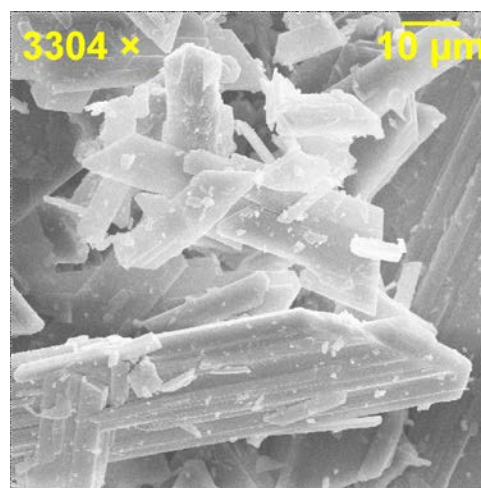
Таблица 2

Общий химический состав опоки кремнистой

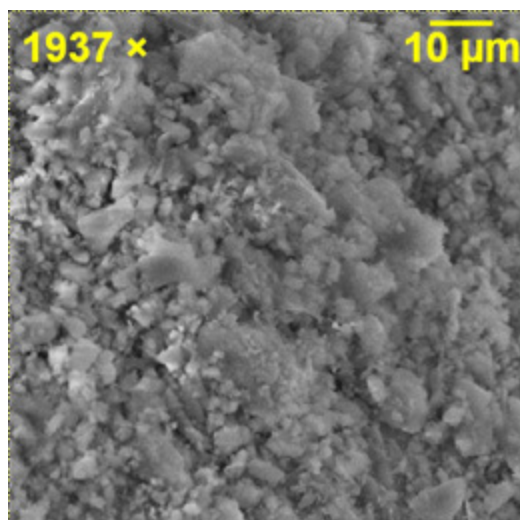
Порода	Химический состав, масс. %					Потери при прокаливании
	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	
Опока кремнистая	81,6...86,9	5,4...6,2	не более 1,5	0,8...1,4	не более 1,15	5,33



а



б



в

Рис. 1. Рентгеновская дифрактограмма и СЭМ изображения фосфогипса (а, б) и кремнистой опоки (в, г)

Пять серий образцов (по две партии) были сформированы с каждым материалом. Состав образцов варьировался по содержанию кремнистой опоки в качестве абсорбирующей добавки: 0, 5, 10, 15 и 20 масс. % согласно предыдущим исследованиям [3, 4]. Первую партию образцов подвергали термической обработке с удалением образуемого пара из смеси. Вторую партию образцов подвергали термической обработке в закрытых емкостях без вывода конденсата, для создания паровоздушной смеси в емкостях, что приводило к образованию эффекта гидротермального синтеза в замкнутом пространстве, выдержка осуществлялась в течение 120 минут при температуре 140...150 °С. Начальная влажность фосфогипса варьировалась в пределах 18...20 %. Для определения влияния абсорбционных свойств по отношению к свободным примесям в фосфогипсе были проведены исследования рН экспериментального вяжущего, результаты сведены в табл. 3

Таблица 3

*Результаты определения водородного показателя (рН)
экспериментального вяжущего*

Количество кремнеземсодержащей породы, масс. %	рН первой партии	рН второй партии
0	4,17	3,92
5	4,51	4,89
10	4,72	5,68
15	5,06	6,37
20	5,48	6,75

Как видно из табл. 3, небольшое количество кремнистой опоки способствует увеличению значения рН смеси. Увеличение добавления кремнистой опоки с 5 до 20 масс. % приводит к увеличению значений рН. Термическая обработка в паровоздушной среде также увеличивает значения рН по сравнению со значениями рН для первой серии проб.

Термическая обработка фосфогипсовой смеси в паровоздушной среде способствует более интенсивному растворению примесей, т. е. пленки фосфата и фтора разрушаются, что позволяет наиболее эффективно абсорбировать кислотные загрязнители (P_2O_5 и F) кремнистой опокой. Значения рН падает с 3,92 исходной смеси до 6,75 с увеличением количества кремнистой опоки.

Рентгеноструктурный анализ из гидратированных образцов (рис. 2) показывает, что дигидрат сульфата кальция преобладает в гидратированном фосфогипсовом вяжущем с добавлением и без него абсорбционной добавки. Та же самая ситуация, когда использовались различные методы термической обработки, все пики относятся к дигидрату сульфата кальция, но его интенсивность различна (см. рис. 2). После обработки в паровоздушной среде пики дигидрата сульфата кальция менее интенсивны по сравнению с пиками без пробы, подвергнутой термической обработке с удалением влаги. Также в образцах, подвергнутых обработке, в паровоздушной среде наблюдается

образование кристаллических соединений дифосфата кальция и силицида кальция, что свидетельствует о прохождении химического взаимодействия фосфорсодержащих примесей фосфогипса с кремнеземсодержащими компонентами кремнистой опокой.

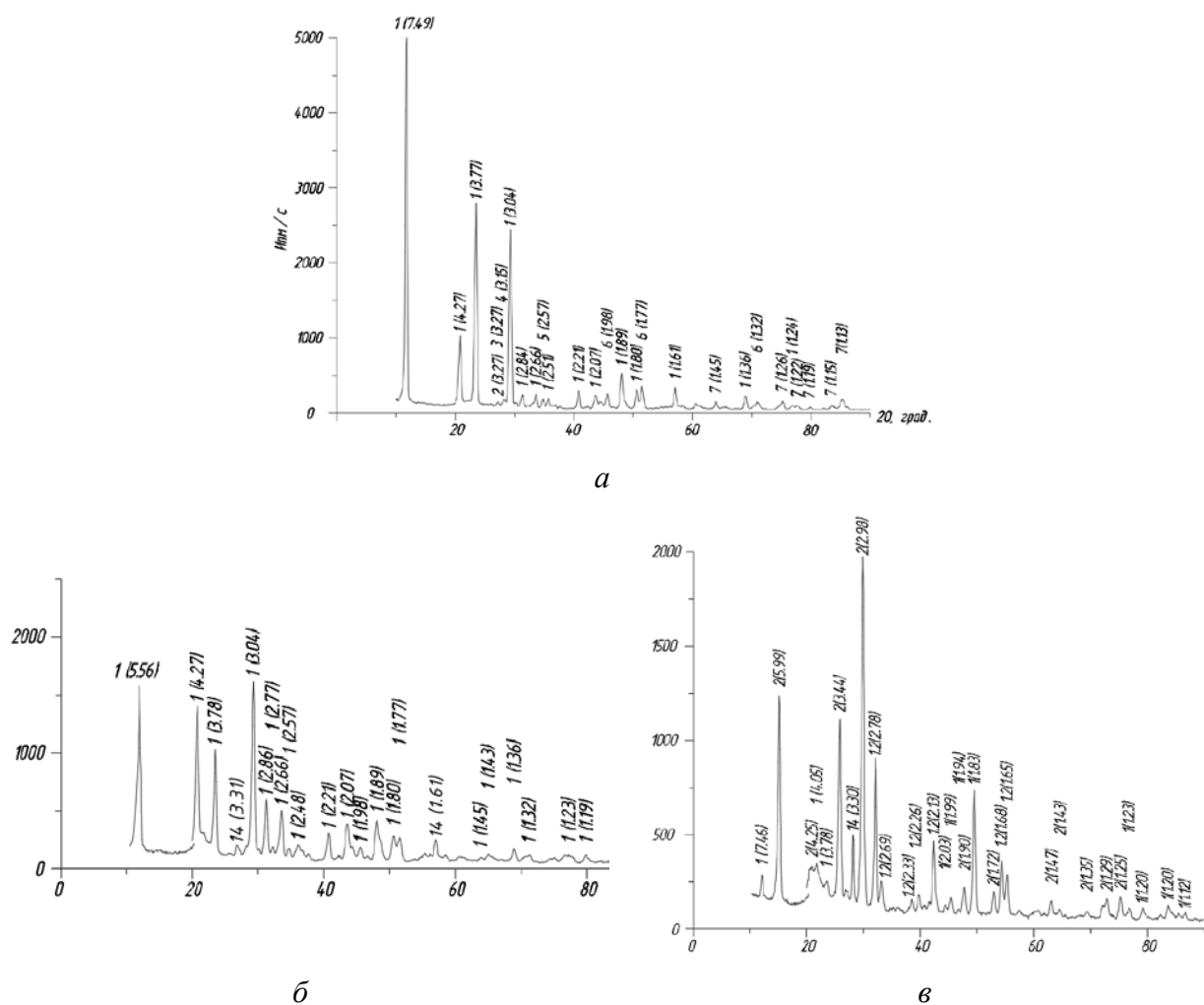


Рис. 2. Рентгеновская дифрактограмма: *а* — фосфогипс преобладает 1- $\text{CaSO}_4(\text{H}_2\text{O})$; *б* — ФГ+ кремнистая опока, термически обработанная с удалением влаги, присутствует 1- $\text{CaSO}_4(\text{H}_2\text{O})$, 2- $\text{CaSO}_4(\text{H}_2\text{O})_{0.583}$, 14- $\text{Ca}_2\text{P}_2\text{O}_7\text{CaSi}_2$; *в* — ФГ+ кремнистая опока, термически обработанная в паровоздушной смеси, 1- $\text{CaSO}_4(\text{H}_2\text{O})$, 2- $\text{CaSO}_4(\text{H}_2\text{O})_{0.583}$, 14- $\text{Ca}_2\text{P}_2\text{O}_7\text{CaSi}_2$

Вывод

В результате проведенных исследований было установлено, что кремнеземистая порода является эффективной адсорбционной добавкой для кислых примесей P_2O_5 и P, присутствующих в фосфогипсе. Также установлено положительное влияние термической обработки в паровоздушной смеси. Изменения значений pH системы позволяют изменять физико-механические свойства композиционного вяжущего, а также морфологию вяжущей системы.

Данные исследования позволяют получить композиционное вяжущее для производства сухих строительных смесей и строительных материалов различного назначения.

Библиографический список

1. Информационно-аналитический электронный ресурс ПАО «ФосАгро». URL: <http://phosagro.ru/> (дата обращения: 15.12.2022).

2. Ямалтдинова Л. Ф., Недосеко И. В. Адсорбционная очистка фосфогипса в ресурсосберегающих технологиях производства вяжущих // Экология-99 : материалы регион. науч.-практ. конф. Вологда, 1999. С. 216—218.

3. Вяжущее : патент № 2538556, 2013146483/03 Рос. Федерации ; заяв. 17.10.2013 ; опубл. 10.01.2015 / Ю. Г. Иващенко, А. В. Страхов, С. А. Евстигнеев, Д. К. Тимохин. Бюл. № 1. 5 с.

4. Вяжущее : патент № 2538556, 2013146483/03 Рос. Федерации ; заяв. 18.10.2013 ; опубл. 10.02.2015 / Ю. Г. Иващенко, А. В. Страхов, С. А. Евстигнеев, Д. К. Тимохин. Бюл. № 4. 5 с.

5. Атлас текстур и структур осадочных горных пород. Ч. 3. Кремнистые породы / науч. ред. А. И. Жамойда, А. В. Хабаков. М. : Недра, 1973. 340 с.

6. Касимов А. М., Леонова О. Е., Миняйло В. П. Утилизация фосфогипса с получением материала для производства гипсовых вяжущих // Экология и промышленность. 2007/1. № 1. С. 24—27.

7. Иващенко Ю. Г., Страхов А. В., Евстигнеев С. А. Исследование влияния пластификаторов на композиционное гипсового вяжущего на основе фосфогипса и алюмосиликатных добавок // Наука, Техника, Инновации. 2014 : сб. ст. Междунар. науч.-техн. конф., г. Брянск, 25—27 марта 2014 г. 2014. С. 118—122.

8. Singh M. The role of phosphogypsum impurities in the strength and microstructure of selenite plaster Constr. Addition. Mater. 2005. Vol. 19(6). Pp. 480—486.

9. Singh M. Treatment of phosphogypsum waste for cement and gypsum production Sem. Concrete Residence. 2002. Vol. 32(7). One thousand thirty-three — one thousand thirty-eight, 10.1016 / S0008-8846 (02) 00723-8.

Г. И. Клинова, Д. Р. Колтунов, Н. А. Маслов, О. К. Лупиногина

*Волгоградский государственный технический университет,
Волгоград, Российская Федерация*

ИССЛЕДОВАНИЯ ВЛИЯНИЯ ПРОЦЕССА РАССЕВА И СУШКИ КАРЬЕРНОГО ПЕСКА НА СТАБИЛЬНОСТЬ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЦЕМЕНТНО-ПЕСЧАНОЙ СМЕСИ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА LEGO-КИРПИЧА

Рассмотрены различные этапы исследования карьерного песка как компонента цементно-песчаной смеси. Обозначены два масштабных этапа: высушивание и рассев. Проведена послойная сушка (верхний, средний, нижний уровни) карьерного песка. Приведены результаты влажности навесок песка массой от 100 до 5000 г для различных слоев. Изучен процесс рассева для различных слоев карьерного песка. Экспериментально подтверждена необходимость обогащения (высушивание и рассев) карьерного песка перед использованием в качестве составной части цементно-песчаной смеси для производства Lego-кирпича.

Ключевые слова: карьерный песок, высушивание, сушка, просеивание, просев, цементно-песчаная смесь, влажность, гранулометрический состав, модуль крупности.

Введение

Песок широко используется в составе строительных материалов, при возведении дорог, насыпей, при производстве раствора для кладки, штукатурных и фундаментных работ, а также для бетонного производства. При производстве железобетонных изделий, бетона высоких марок прочности, а также при производстве тротуарной плитки, бордюров, колодезных колец используют крупнозернистый песок, мелкий строительный песок — для приготовления накрывочных растворов [1—3].

В рамках научно-исследовательской деятельности магистров кафедры СМиСТ проводится исследование компонентов для разработки составов для производства Lego-кирпича. Для этого было решено провести ряд операций, направленных на изучение свойств используемого песка с целью оценки его качества как составной части цементно-песчаной смеси. В работе использовался песок Орловского месторождения Волгоградской области.

Этапы исследования

1. Высушивание. После добычи песка для его хранения использовался навес, открытый с четырех сторон. Требовалось исследование и определение влажности песка. Полученный материал изначально был высушен в специальном шкафу без предварительного рассева. Сушка производилась при температуре 300 °С в течение 4 часов. Было отобрано несколько навесок различного веса от 100 г до 5 кг для определения значения влажности. Отбор проб был произведен с разных уровней глубины карьера: песок, отобранный с верхних слоев (от 1 до 10 см), средних слоев (с 11 до 30 см), нижних слоев (от 31 до 50 см). Результаты высушивания песка представлены в табл. 1.

Таблица 1

Результаты высушивания песка с различных слоев

№ пробы	Масса навески, г	Масса навески после сушки, г			Влажность песка, %		
		с верхних слоев	со средних слоев	с нижних слоев	с верхних слоев	со средних слоев	с нижних слоев
1	100	98	95	90	~2	~5	~11
2	500	470	450	435	~6	~11	~14
3	1000	950	950	920	~5	~5	~9
4	1500	1400	1330	1310	~7	~13	~14
5	2000	1910	1860	1840	~4	~7	~9
6	2500	2450	2330	2120	~2	~7	~18
7	3000	2900	2760	2740	~3	~9	~9
8	3500	3350	3290	3190	~4	~6	~10
9	4000	3880	3740	3700	~3	~7	~8
10	5000	4890	4625	4610	~2	~8	~8

Полученные результаты свидетельствуют о том, что влажность песка неравномерна внутри каждого слоя. Также подтверждено, что при условиях хранения образуются пылевидные включения на поверхности песка. Наибольшая плотность нахождения этих включений наблюдается в большей степени в верхних слоях, что показывает необходимость просеивания песка и является следующим этапом исследования.

2. Рассев. В процессе сушки выявлено высокое содержание пылевидных включений (до 5 % в разных точках отбора) в верхних слоях залегания песка, что показало необходимость предварительного просеивания, для исключения пылевидных включений и крупных разностей из состава песка и определения его влажности. При отборе песка со средних или нижних слоев происходит смешивание слоев, что также говорит о необходимости проведения просеивания песка. Был произведен рассев навесок на стандартном наборе сит, с массой навески 2000 г. Полученные данные рассевов представлены в табл. 2—4 и в графическом виде, кривыми рассева (рис. 1—3).

Результаты исследований песка в различных слоях доказывают неоднородный состав и подтверждают наличие пылевидных включений в разной пропорции. При этом модуль крупности для различных слоев приблизительно одинаков, что подтверждает правильность выполнения операции на данном этапе, но требует проведения дополнительного этапа для более точного определения влажности компонента.

Таблица 2

Зерновой состав песка в верхних слоях

Наименование остатка	Остатки % по массе на ситах					Проход через сито с сеткой 0,16, % по массе	Модуль крупности, мм
	2,5	1,25	0,63	0,315	0,16		
Частный	5	30	18	14	13	20	2,4
Полный	5	35	53	67	80	—	

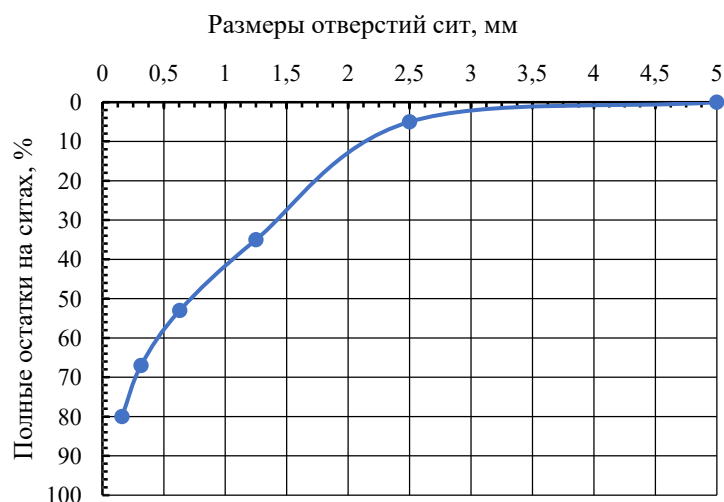


Рис. 1. Кривая рассева песка в верхних слоях

Таблица 3

Зерновой состав песка в средних слоях

Наименование остатка	Остатки % по массе на ситах					Проход через сито с сеткой 0,16, % по массе	Модуль крупности, мм
	2,5	1,25	0,63	0,315	0,16		
Частный	11	12	22	22	17	16	2,3
Полный	11	23	45	67	84	—	

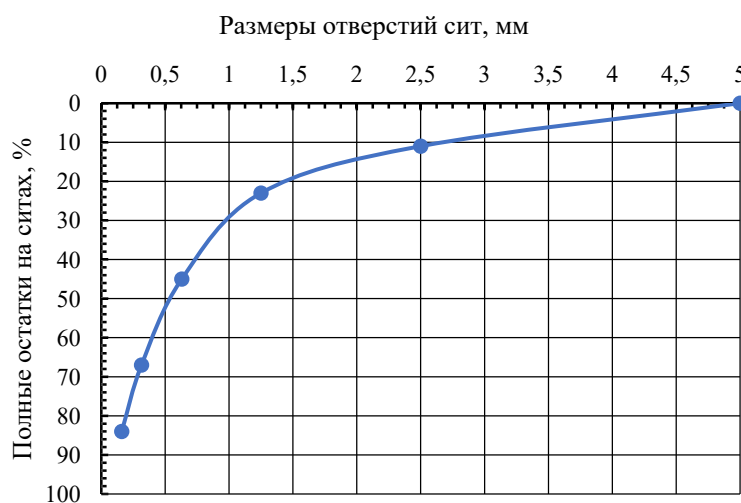


Рис. 2. Кривая рассева песка в средних слоях

Таблица 4

Зерновой состав песка в нижних слоях

Наименование остатка	Остатки % по массе на ситах					Проход через сито с сеткой 0,16, % по массе	Модуль крупности, мм
	2,5	1,25	0,63	0,315	0,16		
Частный	9	17	21	24	18	11	2,42
Полный	9	26	47	71	89	—	

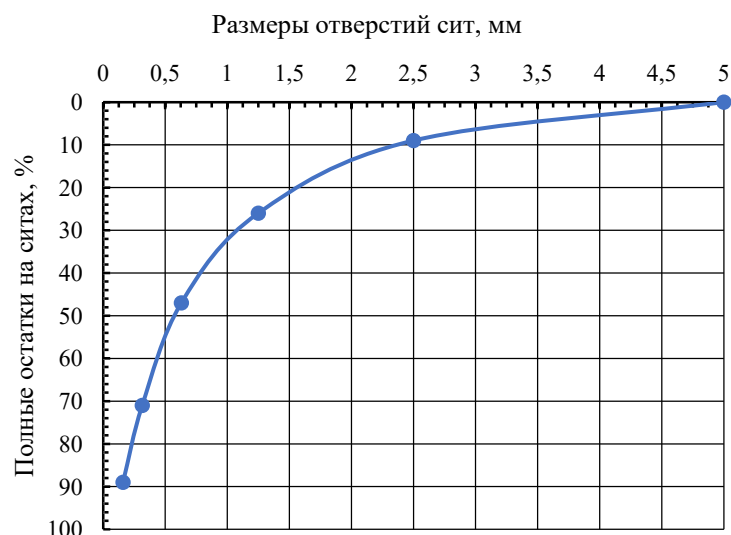


Рис. 3. Кривая рассева песка в нижних слоях

Выводы

1. Проведены предварительные исследования карьерного песка как компонента цементно-песчаной смеси для производства кирпича.
2. Выявлена неоднородность влажности в различных слоях в процессе высушивания, что требует проведения второго этапа — отсева.
3. В процессе проведения второго этапа определен гранулометрический состав и модуль крупности карьерного песка для различных слоев, который находится в пределах от 2,3 от 2,42 мм.

Библиографический список

1. Песок // Каталог минералов.RU. URL: <https://catalogmineralov.ru/mineral/pesok.html> (дата обращения: 15.12.2022).
2. Карьерный песок — его описание, свойства и применение. URL: <http://stroyres.net/kamennye-materialy/pesok/kariernyi> (дата обращения: 15.12.2022).
3. Применение песка в строительстве. URL: <https://www.voscem.ru/articles/primeneniye-peska/> (дата обращения: 15.12.2022).
4. Аппараты и установки сушильные и выпарные. Требования безопасности. Методы испытаний : ГОСТ 31828—2012. М., 2012.
5. Песок для строительных работ. Методы испытаний (с Изм. № 1, 2, с Поправкой) : ГОСТ 8735—88. М., 1988.

Д. Р. Колтунов, Н. А. Маслов, С. В. Лукьяница, О. К. Лупиногина

*Волгоградский государственный технический университет,
Волгоград, Российская Федерация*

РАЗРАБОТКА ТИКСОТРОПНЫХ ЦЕМЕНТНЫХ СМЕСЕЙ ДЛЯ ВОССТАНОВИТЕЛЬНЫХ РАБОТ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ОСАДОЧНЫХ ГОРНЫХ ПОРОД ВОЛГОГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ

Рассмотрена проблема содержания основных фондов строительной отрасли. Обозначено решение проблемы в виде применения тиксотропных строительных материалов. Приведены результаты разработанного состава тиксотропной смеси и ее основные физико-механические свойства. Проиллюстрировано внешнее проявление тиксотропных свойств разработанной смеси.

Ключевые слова: тиксотропия, тиксотропная смесь, состав тиксотропной смеси, свойство тиксотропной смеси.

Сегодня проблема содержания основных фондов в нашей стране имеет огромное значение. Износ фондов весьма значителен, и по сооружениям инженерного обеспечения, таких как тоннели, плотины, очистные сооружения, объекты питьевого обеспечения, мосты и т. д. достигает 40 %. Аварийный фонд конструкций на указанных сооружениях доходит до 15 % и более. Так как в основном сооружения выполнены из бетона и железобетона, то именно его ремонту должно уделяться самое пристальное внимание [1].

Ответом на запрос по проведению работ высокого качества, на наш взгляд, может стать применение инновационных тиксотропных смесей и растворов, полученных с использованием осадочных горных пород Волгоградской области, в качестве тонкомолотого наполнителя.

Тиксотропия (от греч. *thíxis* — прикосновение и *tropé* — поворот, изменение) — это способность некоторых структурированных дисперсных систем самопроизвольно восстанавливать разрушенную механическим воздействием исходную структуру [2].

Тиксотропный ремонт бетона выполняется для конструкций, работающих под статическими и динамическими нагрузками.

В более широком смысле тиксотропия — временное понижение эффективной вязкости вязкотекучей или пластичной системы в результате ее деформирования независимо от физической природы происходящих в ней изменений.

Тиксотропия проявляется в разжижении при достаточно интенсивном встряхивании или перемешивании гелей, паст, суспензий и других систем с коагуляционной дисперсной структурой и их загущении (отвердевании) после прекращения механического воздействия. Тиксотропное восстановление структуры — механически обратимый изотермический процесс, который может быть воспроизведен многократно.

Цель работы — разработка составов тиксотропных цементных смесей для восстановительных с использованием осадочных горных пород Волгоградской области.

Для достижения цели работы были поставлены следующие задачи исследования:

- изучить свойства осадочных пород Волгоградской области для их применения в качестве тонкомолотого наполнителя при подборе составов тиксотропных смесей;
- изучить влияние режимов виброуплотнения на вязкопластические свойства получаемых цементных растворов;
- разработать и оптимизировать составы цементных тиксотропных смесей с применением осадочных горных пород Волгоградской области в качестве наполнителя.

Впервые теоретически обоснована и экспериментально подтверждена возможность получения цементных тиксотропных смесей с применением осадочных горных пород Волгоградской области.

Смесь тонкомолотой опоки с песком фракций от 0,314 до 0,31 мм приготавливали с постоянным значением $\tau_0 = 0,42$ кПа. Содержание песка изменяли от 0 до 100 % в массовом отношении. Мелкие частицы (5...7 %) обеспечивают высокую степень тиксотропного разжижения. Таким образом, содержание 250...300 кг цемента в 1 м³ (2400 кг) бетонной смеси позволит обеспечить доступную степень тиксотропного разжижения.

Разработанный состав тиксотропной смеси представлен в табл. 1.

Таблица 1

Разработанный состав тиксотропной смеси на основе цемента

Состав	Количество в %, по массе
Цемент ЦЕМ 42,5	35
Гипс Г16	2
Алюминатный цемент	3
Микрокремнезем МКУ 85	2
Наполнитель «Тонкомолотая опока» (0...0,315 мм)	16,86
Песок кварцевый 0,63—2,5	30
Минеральный порошок МП 1	5
Эфир целлюлозы RCL 004	0,25
Замедлитель схватывания гипса RRG 80	0,05
Пенוגаситель SiOtan 10	0,1
Пластификатор Aktiflux 020	3
Эфир крахмала RSE 60	0,04
Ускоритель твердения RFA 50	0,7
Редиспергируемый полимерный порошок RPP 100	2
Итого	100

При изучении тиксотропных свойств цементного теста с В/Ц = 0,25, равного нормальной густоте используемого портландцемента, эксперименты выполняли в цилиндрическом сосуде диаметром 15 см и высотой 15 см.

Цементное тесто укладывали на высоту 11 см и уплотняли постукиванием по краю цилиндра. Затем при воздействии вертикальной вибрации различной частоты замеряли время погружения металлического шарика диаметром 2 см на глубину 10 см (шарик закрепляли на невесомой нити).

Тиксотропные ремонтные материалы не используются при отделке гладких покрытий, не подходят для анкеровки и при подготовке опалубки. Температура при укладке должна превышать +5 °С. Толщина 1 покрытия достигает 30...35 мм, спустя 28 дней прочность на сжатие достигает 60 Н/мм², параметры упругости составляют 25 000 Н/мм². Основные физико-механические свойства полученной тиксотропной смеси приведены в табл. 2. На рисунке представлен фотоотчет проявления тиксотропности разработанной смеси СМ(тих).

Таблица 2

Основные физико-механические свойства тиксотропной смеси

№ п/п	Наименование показателей	Значения показателей
		Смесь тиксотропная
1	Максимальная крупность заполнителя, мм	3,0
2	Удобоукладываемость смеси, мм: по расплыву конуса	145...170
3	Плотность бетона, г/см ³	2,2...2,5
4	Прочность на сжатие/растяжение при изгибе, МПа, не менее:	через 24 часа
		через 72 час
		через 28 суток
5	Прочность сцепления, МПа, не менее: со старым бетоном	2,5
6	Модуль упругости, МПа	25 000
7	Марка по морозостойкости (в солях) F, не менее	200
8	Марка по водонепроницаемости W, не ниже	16
9	Объем вовлеченного воздуха, не более, %	4
10	Коэффициент сульфатостойкости, не менее	0,9

Разработаны оптимальные составы тиксотропных смесей с использованием местных материалов, что позволило снизить стоимость по сравнению с контрольным составом тиксотропной смеси от ООО «Русхипром» и добиться конкурентного преимущества.

Выводы

1. Изучено современное состояние вопроса технологических подходов к производству тиксотропных смесей на основе цемента.
2. Исходными материалами для ремонтных тиксотропных смесей на основе портландцемента считаются традиционное цементное вяжущее и кварцевый песок крупностью 0,35...2,5 из разряда местных.
3. Большое внимание было уделено современным добавкам, повышающим показатели тиксотропных смесей, их комплексному воздействию на

вязкопластические свойства получаемых цементных растворов. (Все добавки были предоставлены ООО «Русхимторг», являющимся нашим партнером в данной работе.)

4. Проведенный расчет показал экономическую эффективность производства разработанного состава тиксотропной смеси, применительно к условиям Волгоградской области, а именно в условиях производства на предприятии ООО «Новые материалы».



Внешнее проявление тиксотропных свойств разработанной смеси СМ(тих)

Библиографический список

1. *Азелицкая Р. Д., Черных В. Ф., Пшеничный Г. Н.* О применении повторного вибрирования в заводской технологии // *Бетон и железобетон.* 1982. № 4. С. 10, 11.
2. *Баженов Ю. М., Алимов Л. А., Воронин Ю. В.* Прогнозирование свойств бетонных смесей и бетонов с техногенными отходами // *Изв. вузов. Строительство.* 1997. № 4. С. 68—72.
3. Влияние микронаполнителей на свойства мелкозернистых бетонов / *Б. В. Гусев, М. С. Дуамбеков, Ю. В. Чеховский и др.* // *Изв. вузов: Стр-во и арх.* 1987. № 10. С. 127—130.
4. Некоторые аспекты кластерообразования в композиционных строительных материалах [Текст] / *В. И. Соломатов, Н. Н. Ракина, А. К. Далевский и др.* // *Изв. вузов: Стр-во и арх.* 1986. № 3. С. 53—58.
5. *Матвеев В. Н., Кирсанов Е. А.* Вязкость и структура дисперсных систем // *Вест. Моск. ун-та. Сер.: Химия.* 2011. Т. 52. № 4. 254 с.
6. *Чаус К. В., Чистов Ю. Д., Лабзина Ю. В.* Технология производства строительных материалов, изделий и конструкций : учебник. М., 1988.

С. М. Крахоткин, С. В. Лукиных, К. О. Молчанов, О. К. Лупиногина

*Волгоградский государственный технический университет,
Волгоград, Российская Федерация*

ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ ВЛАЖНОСТИ ПЕСКА НА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ РАСТВОРА И ПРОЧНОСТНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ПРЕССОВАННОГО ОБЛИЦОВОЧНОГО КИРПИЧА

Рассмотрены различные пропорции составляющих цементно-песчаной смеси для производства кирпича, предназначенного для строительства частных домов. Особое внимание уделено значениям осадки конуса как одному из показателей смеси. Приведены таблицы с описанием разного состава смеси по каждому компоненту. Представлены результаты эксперимента по изучению влияния разного соотношения компонентов.

Ключевые слова: кирпич, цемент, песок, вода, цементно-песчаная смесь, цементный раствор, водоцементное отношение, подбор состава, строительство, производство.

Введение

Проектирование состава цементной смеси имеет важное значение при формировании конечного продукта, предназначенного для разных целей и условий эксплуатации. Изделия из цементно-песчаной смеси должны удовлетворять необходимым требованиям прочности, долговечности, морозостойкости, теплоизоляции. При этом производство должно быть обосновано экономически выгодными условиями. Данные показатели достигаются применением методики проектирования состава смеси, экспериментальная проверка которого дает гарантию на формирование качественных материалов. Проектирование разделяется на подбор номинального состава, осуществляемый расчетно-экспериментальным путем, и на производственный — при передаче лабораторного в производство [1, 2].

Основное требование готового продукта — получение необходимой прочности, достигающееся правильным назначением водоцементного отношения и правильным соотношением основных структурных составляющих смеси.

Материалы и оборудование

Исходя из этих данных и предполагаемой марки прочности кирпича использовали следующие материалы: портландцемент ЦЕМ II-A-III-42,5 Н (марка М500), песок карьерный, вода проточная.

Ход работы

При подготовке использовались предварительно просеянный, а затем высушенный песок с модулем крупности 2,3 мм [3, 4] для дальнейшего смешивания с цементом. Для скрепления раствора использовали проточную воду

комнатной температуры. При подборе цементной смеси с наиболее прочными характеристиками за исходную точку взяли стандартное соотношение Ц:П:В = 1:3:0,4. Методами варьирования значениями осадки конуса в допустимом диапазоне производилось определение состава смеси. Пробы были разделены на три группы:

- 1) с постоянным содержанием цемента 250 г;
- 2) с постоянным содержанием цемента 500 г;
- 3) с постоянным содержанием цемента 1000 г.

Во всех трех группах менялось водоцементное соотношение от 1:0,4 до 1:1,2 с шагом 0,2.

После проводили экспериментальные исследования по определению предела прочности при изгибе и на сжатие [5].

Полученные результаты экспериментальных исследований приведены в табл. 1.

Таблица 1

Результаты испытаний образцов с высушенным просеянным песком

№ группы и партии	Материалы			Пропорция компонентов Ц:П:В	Осадка конуса, мм	Предел прочности при изгибе, МПа	Предел прочности на сжатие, МПа	
	цемент, г	песок, г	вода, мл					
I	1	250	1750	100	1:7:0,4	104	1	18
	2			150	1:7:0,6	105	2	36
	3			200	1:7:0,8	110	3	51
	4			250	1:7:1	117	2	45
	5			300	1:7:1,2	121	1	10
II	1	500	1500	200	1:3:0,4	105	3	47
	2			300	1:3:0,6	108	4	50
	3			400	1:3:0,8	114	3	42
	4			500	1:3:1	120	2	34
	5			600	1:3:1,2	134	1	18
III	1	1000	1000	400	1:1:0,4	106	3	48
	2			600	1:1:0,6	110	3	46
	3			800	1:1:0,8	120	1	26
	4			1000	1:1:1	136	1	19
	5			1200	1:1:1,2	–	–	–

Полученные результаты позволяют сделать вывод о том, что предел прочности на изгиб в образцах группы I находится в пределах от 1 до 3 МПа, а предел прочности на сжатие от 10 до 51 МПа.

Предел прочности на изгиб в образцах группы II находится в пределах от 1 до 4 МПа, а предел прочности на сжатие от 18 до 50 МПа.

Предел прочности на изгиб в образцах группы III находится в пределах от 1 до 3 МПа, а предел прочности на сжатие от 18 до 50 МПа.

В процессе проведения испытаний появилась задача по определению прочностных характеристик образцов с использованием просеянного

невысушенного (влажного) песка для получения цементно-песчаного раствора для производства кирпича. Опытным путем было получено значение влажности, которое находится в пределах 9...11 %. Примем за основу среднее значение 10 % и повторим испытания для всех групп и партий образцов с уменьшением количества воды на показатель среднего значения влажности (10 %) [5].

Полученные результаты экспериментальных исследований приведены в табл. 2.

Таблица 2

Результаты испытаний образцов с влажным просеянным песком

№ группы и партии	Материалы			Пропорция компонентов Ц:П:В	Осадка конуса, мм	Предел прочности при изгибе, МПа	Предел прочности на сжатие, МПа	
	цемент, г	песок, г	вода, мл					
I	1	250	1750	90	1:7:0,36	103	1	17
	2			135	1:7:0,54	106	2	33
	3			180	1:7:0,72	109	3	49
	4			225	1:7:0,9	118	2	44
	5			270	1:7:1,08	120	2	10
II	1	500	1500	180	1:7:0,36	104	2	45
	2			270	1:7:0,54	107	3	48
	3			360	1:7:0,72	114	3	41
	4			450	1:7:0,9	122	2	35
	5			540	1:7:1,08	133	1	19
III	1	1000	1000	360	1:7:0,36	105	3	45
	2			540	1:7:0,54	110	3	46
	3			720	1:7:0,72	115	2	26
	4			900	1:7:0,9	124	1	21
	5			1080	1:7:1,08	136	1	10

Как мы можем наблюдать, значения пределов прочности на изгиб и на сжатие во всех трех группах образцов не существенно изменились при влажном песке с учетом компенсации количества воды.

К сведению, в образцах группы III партии 5 значение осадки конуса достаточно велико, но при этом позволило провести испытания на приготовленных образцах и определить значения прочностных характеристик.

Выводы

1. Получены результаты предела прочности на изгиб и на сжатие для различного соотношения Ц:П:В. Определены наилучшие результаты в каждой группе:

группа I — 1:7:0,8 предел прочности на изгиб 3 МПа, предел прочности на сжатие 51 МПа;

группа II — 1:3:0,6 предел прочности на изгиб 4 МПа, предел прочности на сжатие 50 МПа;

группа III — 1:1:0,4 предел прочности на изгиб 3 МПа, предел прочности на сжатие 48 МПа.

2. Проведены дополнительные экспериментальные исследования по получению образцов, в которых один из компонентов был влажный песок. Результаты коррелируются с результатами образцов, где использовался сухой песок. Определены средние значения предела прочности в образцах группы I при изгибе 2 МПа, при сжатии — 30,6 МПа. Среднее значение предела прочности в образцах группы II при изгибе 2,2 МПа, при сжатии — 37,6 МПа. Среднее значение предела прочности в образцах группы III при изгибе 2 МПа, при сжатии — 29,6 МПа.

Библиографический список

1. Бетоны. Правила подбора состава (действующая редакция) : ГОСТ 27006—86. М., 1986.
2. *Баженов Ю. М.* Способы определения состава бетона различных видов. М. : Стройиздат, 1975. С. 268.
3. Аппараты и установки сушильные и выпарные. Требования безопасности. Методы испытаний : ГОСТ 31828—2012. М., 2012.
4. Песок для строительных работ. Методы испытаний (с Изменениями № 1, 2, с Поправкой) : ГОСТ 8735—88. М., 1988.
5. Цементы. Методы определения предела прочности при изгибе и сжатии (с Изменениями № 1, 2) : ГОСТ 310.4—81. М., 1981.

С. М. Крахоткин, С. В. Лукиных, К. О. Молчанов, О. К. Лупиногина

*Волгоградский государственный технический университет,
Волгоград, Российская Федерация*

ПРИМЕНЕНИЯ МЕСТНЫХ МАТЕРИАЛОВ ВОЛГОГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ПОЛИМЕРБЕТОНОВ

Проведены исследования, направленные на изучение вопросов, связанных с улучшением характеристик полимербетонных композиций. Разработаны составы полимербетонных композитов с применением опоки Ерзовского месторождения и песка Павловского карьера Волгоградской области. В результате проведенных исследований по созданию тяжелых полимербетонных на основе поливинилхлорида разработаны композиции, рекомендуемые для промышленного производства. Возможный экономический эффект от применения разработанных составов полимербетонных в краткосрочной перспективе может составить 120 тыс. рублей. Исследовано влияние модифицирующих добавок на свойства материала.

Ключевые слова: полимербетон, полимербетонные композиции, местные материалы, поливинилхлорид, модифицирующая добавка.

В настоящее время полимербетонные композиты являются одними из самых востребованных материалов во многих отраслях человеческой деятельности. С каждым годом сферы их применения расширяются, а объемы производства увеличиваются. Наиболее широко полимербетон применяется в строительной индустрии, в производстве корпусов в судостроении, авиационном и автомобилестроении, а также в производстве конструктивных, фрикционных и антифрикционных деталей [1—4]. Это связано с тем, что, с одной стороны, эти материалы сочетают в себе легкость, высокие механические свойства, химическую стойкость и водостойкость, а с другой стороны, существует большое разнообразие видов полимербетона, отличающихся по своим свойствам, что позволяет подбирать оптимальный композиционный материал под конкретные условия эксплуатации [4, 5].

Сегодня доля российских компаний в мировом производстве композитов составляет около 1 %, а сама отрасль является крайне импортозависимой. Подпрограмма по развитию производства традиционных и новых материалов, к которым относятся и композитные материалы, включена в госпрограмму развития промышленности РФ, а утвержденная Минпромторгом «дорожная карта» предполагает объемы финансирования за счет федерального бюджета в размере 30,5 млрд рублей. Одним из целевых показателей этой программы является увеличение объема производства в композитной отрасли до 81,3 млрд рублей к 2024 г. [1].

По данным Минпромторга, производством композитов в России сегодня занимаются более двух сотен предприятий и компаний. В 2020 году по инициативе UMATEX (дивизион «Перспективные материалы и технологии» госкорпорации «Росатом») на территории Республики Татарстан, Московской

и Саратовской областей был сформирован межрегиональный промышленный кластер «Композиты без границ». Участниками кластера являются ведущие промышленные предприятия композитной отрасли и научные организации [1, 2].

Цель работы — изучение современных технологий в производстве полимербетонных композитов, с разработкой рабочих составов полимербетонных композитов.

Для достижения цели в данной работе сформулированы следующие задачи:

- 1) провести анализ состояния технологии производства полимербетонных композитов в Волгоградской области;
- 2) разработать составы полимербетонных композитов с применением опоки Ерзовского месторождения и песка Павловского карьера, Волгоградской области. Провести испытания полученных составов на опытных участках предприятия ООО «Волжский строитель»;
- 3) изучить физико-механические характеристики полученных изделий (средней плотности, прочности при сжатии и изгибе, ударной прочности, теплопроводности, химической стойкости, водопоглощения, морозостойкости).

На базе ООО «Новые материалы», а также в лаборатории кафедры СМиСТ ИАиС ВолГТУ нами были проведены исследования, направленные на изучение вопросов, связанных с улучшением характеристик получаемых композиций.

Для снижения расхода дефицитных полимерных компонентов и, с другой стороны, улучшения эксплуатационных характеристик полимербетонных композитов в их составы вводят тонкодисперсные наполнители. В качестве наполнителей были использованы тонкомолотые пески, полученные в результате отсева продуктов дробления Павловского карьера, и опока Ерзовского месторождения.

На основании проведенных исследований по математическому моделированию составов полимербетона для дальнейших испытаний была выбрана следующая композиция: поливинилхлорид — 365 кг, пластификатор — 110 кг, триэтиленгликоль — 15 кг и наполнитель — 0,9 м³ из расчета на 1 м³ полимербетона.

На основе обзора научно-технической литературы в качестве одной из исследуемых добавок был выбран суперпластификатор СЗ, действие которого относится к физическому методу модифицирования.

В результате проведенных исследований по созданию тяжелых полимербетонов на основе поливинилхлорида разработаны композиции, рекомендуемые для промышленного производства.

Составы и основные физико-механические характеристики полученных композиций на основе поливинилхлоридного связующего представлены в табл. 1 и 2.

Таблица 1

Состав плотных полимербетонов на основе поливинилхлорида ПВХ-Б (не модифицированный), ПВХ-БМ (модифицированный)

Компоненты	ПВХ-Б	ПВХ-БМ
Состав на 1 м ³ материала:		
Поливинилхлорид, кг (м ³)	365 (0,6)	360 (0,6)
Пластификатор, кг (м ³)	110(0,09)	108 (0,09)
Триэтиленгликоль, кг (м ³)	15(0,013) 1460	14(0,0125) 1440
Заполнитель (песок), кг (м ³)	(0,8)	(0,86)
Гидрофобизирующая эмульсия, кг	—	28

Таблица 2

Физико-механические характеристики полимербетонов на основе поливинилхлоридного связующего

Наименование показателя	ПВХ-Б	ПВХ-БМ
Плотность, кг/м ³	1910...1980	1900...2000
Прочность при сжатии, МПа	16...19	11...12
Прочности при изгибе, МПа	7...8	4...5
Ударная прочность, кДж/м ²	14...16	75...80
Водопоглощение, масс. %	4...5	0,45...0,6
Истираемость, г/см ²	0,035	0,03
Теплопроводность, Вт/м-К	0,47...0,53	0,47...0,55
Класс горючести	Г1	Г1
Коэффициент химической стойкости	0,85	0,91
Морозостойкость, циклов, не менее	100	100

Технологический процесс получения полимербетона включает в себя следующие стадии: подготовка заполнителя; совместное перемешивание компонентов; прессование заготовки; термообработка; извлечение из формы и механическая обработка изделия.

Возможный экономический эффект от применения разработанных составов полимербетонов в краткосрочной перспективе может составить 120 тыс. рублей.

Выводы

1. В результате экспериментальных опытов установлено: существенным ресурсом сырьевой базы для производства полимербетонных композиций является опока Ерзовского месторождения и тонкомолотые пески, полученные в результате отсева продуктов дробления Павловского карьера Волгоградской области. Степень наполнения полимербетона минеральными порошками оказывает большое влияние на прочность и водопоглощение материала.

2. Полученные массивы данных, представленные в виде графиков, позволяют определить необходимый состав полимербетона с целью получения материала, обладающего необходимыми свойствами.

3. Исследовано влияние модифицирующих добавок на свойства материала. В результате чего была показана возможность использования добавок в качестве модификаторов полимербетона на основе ПВХ с силикатным наполнителем с целью повышения эксплуатационных характеристик.

4. На основании рассчитанной себестоимости единицы массы продукции стоимость 1 м³ полимербетона плотностью 1900 кг/м³ составила 51843,9 руб., модифицированного полимербетона — 53238,6 руб.

Библиографический список

1. Инструкция по технологии приготовления полимербетонов и изделий из них [Текст] : СН 525—80. М. : Стройиздат, 1978. 239 с.

2. *Книппенберг А. К., Соломатов В. И., Корнеев А. Д.* Влияние структурообразующих факторов на свойства полимеросвязующего вещества [Текст] : Инф. листок № 1118-81. Липецк, 1981.

3. *Корнеев А. Д., Шулепов С. К.* Влияние соотношения компонентов на свойства полимербетонов // Строительные композиционные материалы на основе отходов отраслей промышленности и энергосберегающие технологии : Тез. докл. науч.-техн. конф. Липецк: ЛипПИ, 1986. С. 42.

4. Получение легковесных полимербетонных композиций [Текст] / Сакигути Масацугу, Утигасаки Исао, Цукамото Мицуру и др. : Пат. № 52-95735 Япония, М. кл. С 04 И 21/08. № 51-11959 ; Заяв. 5.02.76 ; Оpubл. 11.08.77; НКИ 22 У 24.

Э. Ф. Мулекаева, Н. Н. Фомина, И. Л. Павлова

*Саратовский государственный технический университет имени Ю. А. Гагарина,
г. Саратов, Российская Федерация*

ФАСАДНЫЕ СИСТЕМЫ ЗДАНИЙ ПОВЫШЕННОЙ ЭТАЖНОСТИ: ПОЖАРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ МАТЕРИАЛОВ

Работа нацелена на анализ огнестойкости и пожарной безопасности материалов и изделий фасадных систем в зданиях повышенной этажности. Проанализированы материалы, представленные на строительном рынке, а также современные исследования в области повышения пожарной безопасности и огнестойкости строительных материалов, изделий, конструкций фасадов зданий. Анализ структурирован разделением материалов на группы в зависимости от назначения в составе фасадной системы. Приведены некоторые рекомендации по выбору материалов и изделий для фасадных систем, отвечающих требованиям пожарной безопасности.

Ключевые слова: фасадные системы, пожарная безопасность, огнестойкость, здания повышенной этажности, каркас фасадных систем, теплоизоляционные материалы, гидро- и пароизоляционные материалы, ветрозащитные мембраны, облицовочные изделия.

Пожары в зданиях повышенной этажности приводят к разрушительным последствиям, а спасательные операции и технологии тушения пожаров сложны и длительны. Наибольшую опасность представляют пожары в жилых зданиях: порядка 70 % от общего числа пожаров возникают именно в жилых зданиях, а гибель людей при этом составляет порядка 90 % от общего числа погибших на пожарах [1, 2]. По данным [3], в РФ ежегодно в зданиях высотой более десяти этажей регистрируется около 10 000 пожаров, на которых гибнет порядка 300 человек. Кроме того, пожары приводят к значительному материальному ущербу. Так, по данным Всемирного центра пожарной статистики, ущерб от пожаров составляет 0,25 % валового национального продукта, а общая «стоимость» пожаров, включающая дополнительно затраты на борьбу с пожарами (пожарная охрана, противопожарная защита зданий, система страхования, подготовка кадров для пожарной охраны и т. д.) составляет порядка 2 % валового национального продукта государства [4]. Таким образом, для РФ «стоимость» пожаров составляет десятки миллиардов долларов в год.

Характер развития пожара в зданиях повышенной этажности в большинстве случаев отмечается следующий: пламя распространяется по фасаду здания, так как с наружной поверхности такого здания возникают вертикально направленные ветровые потоки, способствующие распространению пламени по высоте здания. Это связано с возникновением естественной конвекции, возникающей вследствие разницы температур поверхности фасада и окружающего воздуха, из-за чего тепловой поток движется вверх вдоль плоскости фасада здания [2].

Для предотвращения распространения пожара по фасаду нормируются пределы огнестойкости конструкций, устраиваются глухие междуэтажные огнестойкие рассечки, которые должны служить барьерами, через которые пожар не перейдет на следующий по высоте этаж. Однако пожары в зданиях повышенной этажности, происходящие во всем мире, свидетельствуют о недостаточности противопожарных мероприятий, способных предотвратить распространение пожара с внешней стороны здания. Поэтому исследования, направленные на предотвращение возникновения и распространения пожаров по наружным поверхностям зданий повышенной этажности, крайне **актуальны**.

Целью данной работы ставился анализ пожарной безопасности строительных материалов и изделий фасадных систем зданий повышенной этажности.

В зданиях повышенной этажности наиболее часто применяются следующие фасадные системы:

ФТКС — фасадные теплоизоляционные композиционные системы с наружными штукатурными слоями, или так называемый «мокрый» фасад;

НФС — навесные фасадные системы, или так называемые вентилируемые фасады;

НСФС — навесные светопрозрачные фасадные системы, или светопрозрачные фасадные системы.

В регионах с достаточно высокой стоимостью квадратного метра жилья при строительстве жилых зданий повышенной этажности большей частью применяются фасады НФС. Область применения тех или иных фасадных систем устанавливается исходя из требований, приведенных в Федеральном законе № 123-ФЗ [5] и требований к конструктивному решению зданий и сооружений различного назначения по СП 2.13130.2012.

В целом, огнестойкость строительного материала — это его способность сохранять свойства при воздействии открытого пламени. Существует понятие «предел огнестойкости», под которым понимается промежуток времени, в течение которого материал, изделие выдерживает воздействие открытого пламени без появления сквозных трещин, через которые могут проникать огонь и продукты горения. Предел огнестойкости также достигается, когда при воздействии открытого пламени конструкция теряет несущую способность.

Основным показателем пожарной безопасности материала является его горючесть. Материал считается негорючим, если при стандартных испытаниях материала прирост температуры в печи, потери в массе образцов и продолжительность устойчивого пламени не превышают допустимых пределов. Для горючих материалов дополнительно определяются воспламеняемость, распространение пламени по поверхности, дымообразующая способность, токсичность продуктов горения. К негорючим строительным материалам относятся природные и искусственные неорганические материалы — керамика, цементный бетон на минеральных заполнителях, материалы на основе

природного камня, силикатные стекла и др. К горючим строительным материалам относятся материалы на основе полимеров, древесины, битумов.

К горючим также относятся композиционные строительные материалы и композитные изделия и конструкции, содержащие в составе горючие компоненты. Это, например, цементные бетоны на древесных или полимерных заполнителях, асфальтобетоны, композитные отделочные панели с внутренним полимерным слоем, теплоизоляционные волокнистые изделия на синтетических связующих и многие другие.

Современные исследования в области повышения пожарной безопасности и огнестойкости строительных материалов, изделий, конструкций фасадов зданий ведутся по многим направлениям. Рассмотрим некоторые направления, разделив материалы на группы в зависимости от назначения в составе фасадной системы.

Материалы, изделия каркаса фасадных систем НФС, НСФС

Каркас может быть выполнен из стали или алюминиевых сплавов. Преимущества алюминиевых сплавов в их легкости, прочности, пластичности. Однако известно, что некоторые алюминиевые сплавы теряют несущую способность при температурах свыше 300 °С, а плавятся при температурах свыше 600 °С. Стальной каркас более температуростойчив [6], температура плавления сталей различных марок — свыше 1400 °С и может дополнительно регулироваться введением легирующих добавок. Для повышения прочности, твердости, упругости и других свойств сталь может быть подвергнута термической обработке — закалке, отжигу, отпуску, старению, а также термомеханической обработке и (или) химико-термической обработке (цементации, азотированию, цианированию и др.).

Вследствие высокой теплопроводности металлов, металлические конструкции (как стальные, так и алюминиевые) под воздействием высоких температур при пожаре деформируются, теряют несущую способность. С целью повышения огнестойкости металлических конструкций широко используются огнезащитные составы, действие которых основано на образовании теплоизолирующего слоя (пенококса) при повышении температуры. Уже при температурах порядка 170...200 °С образуется пенококсы, позволяющий замедлить нагрев металла.

В работе [7] обсуждаются вспучивающиеся (терморасширяющиеся) огнезащитные покрытия, которые способны образовать достаточно толстый и малотеплопроводный слой (пенококсы) при пожаре, снижающий тепловой поток к защищаемой поверхности. Такие покрытия могут применяться для защиты каркаса в фасадных системах. Эффективность таких покрытий определяется кратностью вспучивания, стабильностью пенококса, его структурой и теплопроводностью. Ассортимент таких покрытий ограничен, что, вероятно, связано с высокой стоимостью огневых испытаний, а это необходимо для серийного производства покрытий. Также вопрос открыт по гарантийным срокам таких покрытий, так как они подвержены старению, как и любые материалы на полимерной основе, и их характеристики со временем могут

изменяться. В [7] авторы констатируют факт, что в строительной отрасли отсутствуют нормативные документы на огнезащитные покрытия и нет достоверных сведений об огнезащитной эффективности таких покрытий.

Огнезащитные вспучивающиеся составы в большей степени ориентированы на металлические конструкции зданий и сооружений, а не на элементы фасадных систем, и здесь необходимы новые разработки, нацеленные именно на повышение огнестойкости металлических элементов фасадных систем. На сегодняшний день оптимальным решением является применение стальных каркасов фасадных систем, с жестким креплением кронштейнов к направляющим. Дополнительно, огнестойкость каркаса может быть повышена заполнением камер металлических профилей термостойкими и термопоглощающими композициями. Это позволяет компенсировать изгибающие нагрузки, возникающие при одностороннем нагреве в условиях пожара. Снижается риск прогибов и увеличивается огнестойкость фасадной системы [8].

Негорючие теплоизоляционные материалы фасадных систем НФС, ФТКС

В качестве теплоизоляционных материалов в фасадных системах целесообразно применять негорючие минераловатные или стекловолоконистые изделия. Минеральное волокно имеет температуру плавления не менее 1000 °С. Для стекловолокна эта температура составляет 500...550 °С, при возникновении пожара такая температура развивается в течение нескольких минут. Связующие, применяющиеся в минераловатных и стекловатных изделиях, как правило, выгорают достаточно быстро, но структура волокнистого ковра за счет стабильности волокон в условиях НФС может сохраняться в течение пожара [6]. Применение теплоизоляционных материалов на основе органических полимеров в системах НВФС недопустимо [6].

Среди известных производителей негорючей теплоизоляции можно отметить следующие бренды:

ROCKWOOL (Дания) выпускает линейку теплоизоляционных материалов для фасадных систем НФС — «ВЕНТИ БАТТС»;

ISOVER Сен-Гобен (Франция) выпускает линейку теплоизоляционных материалов для фасадных систем НФС — «ВентФасад»;

IZOVOL (Россия) выпускает линейку теплоизоляционных материалов для фасадных систем НФС — IZOVOL-СТ, IZOVOL-B;

URSA (Россия) выпускает линейку теплоизоляционных материалов для фасадных систем НФС — URSA TERRA, URSA GEO;

«ТЕХНОНИКОЛЬ» (Россия) выпускает линейку теплоизоляционных материалов для фасадных систем НФС — «БАЗАЛИТ ВЕНТИ-Н», «ТЕХНОВЕНТ».

Существуют и другие, относительно новые теплоизоляционные материалы, обладающие определенной огнестойкостью. Так, теплоизоляционный композит Репосом изготавливается с использованием смеси термореактивных полимеров и твердых минеральных отходов — зол, шлаков, отсевов дробления горных пород. Репосом позиционируется производителем как

огнестойкий материал, но анализ представленных характеристик этого материала свидетельствует о недостаточной пожарной безопасности для применения его в зданиях повышенной этажности. Информации о проведении огневых испытаний для определения горючести этой теплоизоляции производитель не дает. В работе [9] проведено сравнение теплоизоляционных материалов: теплоизоляционного композита Penosom, нескольких марок ставшего традиционным теплоизоляционного пенопласта — пенополистирола, другого широко распространенного теплоизоляционного материала — пенополиуретана, а также классических теплоизоляционных материалов — стекловолоконных, базальтоволоконных. Показано, что по результатам огневых испытаний пенополистирол является материалом средней горючести (марка Г-3), а Penosom — материалом с низкой горючестью (марка Г-1). Тем не менее Penosom является горючим. Лучшей формоустойчивостью при огневых испытаниях характеризуется стекловолоконная теплоизоляция.

Качественным негорючим теплоизоляционным материалом является пеностекло. Однако из-за высокой стоимости этого материала он применяется ограниченно, на объектах с повышенными требованиями по пожаро-, взрывобезопасности. Таким образом, на современном рынке негорючие теплоизоляционные материалы для фасадных систем НФС, ФТКС представлены достаточно широко. Необходимы разработки, позволяющие быстро принимать решение при выборе конкретного теплоизоляционного материала из имеющихся.

Негорючие гидро-, пароизоляционные материалы, ветрозащитные мембраны фасадных систем НФС

Пожар по навесному фасаду возникает чаще всего из-за возгорания горючих мембран, выполняющих функцию гидро-, паро-, ветрозащиты. Для минимизации рисков необходимо применение негорючих мембран, тканей. На современном строительном рынке имеются такого рода материалы. Так, компания «Технониколь» предлагает мембрану «ТЕХНОНИКОЛЬ АЛЬФА ПРОФ НГ» на основе стеклотканей. Из современных научных разработок можно отметить следующие.

В [10] предложен огнестойкий композиционный материал на основе эластомера — силоксанового каучука и его смесей с другими эластомерами. Армирующая текстильная основа в данной разработке — это высокопрочные арамидные нити, наполнители — технический углерод, фторид кальция, оксид магния. В работе показано, что армирующий материал — арамидные нити начинают разлагаться уже при температуре 383 °С, а при 640 °С полностью распадаются. При нанесении на ткань из арамидных нитей полимерной композиции обеспечивается необходимая водостойкость мембраны. Для повышения термостойкости в данной разработке на ткань наносилась силоксановая композиция. Данная разработка может быть использована для изготовления мембран в зданиях с невысокими требованиями по пожарной безопасности и для изготовления одежды для пожаротушения. Однако для влаго-, ветрозащиты в системах НФС зданий повышенной этажности необходимо

применение негорючих материалов с высокой стойкостью к воздействию открытого пламени.

Таким образом, на рынке есть негорючие мембраны для систем НФС, однако выбор достаточно ограничен, и необходима разработка конкурентоспособных негорючих мембран. Гидро- и ветрозащита в виде композитных элементов из внешних слоев из алюминиевого листа со средним слоем из негорючего материала на основе гидроксида алюминия — наиболее пожаробезопасное решение.

Негорючие облицовочные изделия фасадных систем НФС

К негорючим облицовочным изделиям, применяемым для облицовки в системах НФС, относятся керамические изделия (керамогранит, фасадная плитка, объемные керамические плиты), изделия из натурального камня, бетонные облицовочные изделия на основе портландцемента (фиброцементные плиты, облицовочные панели, асбестоцементные изделия).

Также в НФС часто используются металлокомпозитные плиты и панели, представляющие собой слоистые изделия с обшивками из металлических сплавов (стальных, алюминиевых и др.), с внутренним слоем, который может быть различной степени горючести (может быть выполнен как минеральным негорючим, так и полимерным различной степени и параметров горючести).

Керамические изделия для облицовки фасадов в системах НФС используются достаточно часто. Керамогранитные плиты производятся многими компаниями: компания ESTIMA — отечественный производитель керамогранита; предприятие «Самарский Стройфарфор» выпускает керамогранит Grasarо и Kerranova; ОАО «НЕФРИТ-КЕРАМИКА»; всемирно известная компания KERAMA MARAZZI; керамогранит под торговой маркой Italon, выпускаемый группой компаний Concorde. Любой керамогранит является негорючим материалом, поэтому может использоваться для фасадных систем с любыми требованиями по пожарной безопасности.

Облицовочные изделия из природного камня для фасадных систем НФС также достаточно широко представлены на современном строительном рынке. Такие плиты сверху и снизу имеют специальные пропилы для скрытых креплений на металлический каркас. Плиты устанавливаются достаточно плотно друг к другу, поэтому вертикальные и горизонтальные швы почти не заметны. Также возможно крепление на металлокаркас плит без пропилов. Среди горных пород для получения плит из природного камня используют породы с выразительной текстурой, хорошими эксплуатационными свойствами — гранит, мрамор, травертин, песчаник, известняк и др. Облицовочные изделия из природного камня являются негорючими материалами, поэтому могут применяться для фасадных систем с любыми требованиями по пожарной безопасности.

Облицовочные изделия на основе портландцемента могут быть как негорючими, так и горючими, что зависит от ряда факторов, в первую очередь, от состава цементной композиции. Для облицовки в системах НФС часто используются изделия из фибробетона (фиброцементные). При этом фибра

может быть стальной, минеральной (из стекловолокна, минерального волокна, базальтового волокна, хризотил-асбеста). Также фибра может быть полимерной, древесной. От горючести фибры зависит горючесть фиброцементного изделия, и в этом смысле наиболее безопасны изделия на основе асбестоцементных композиций. Изделия с использованием минеральной и стальной фибры также относятся к негорючим. Древесная или полимерная фибра может служить причиной горючести изделия. Фиброцементные изделия для фасадных систем НФС широко представлены на строительном рынке. Есть как изделия мировых брендов (например, Swisspearl, Швейцария), так и плиты и панели российского производства.

Известно, что при воздействии пожара цементные бетоны постепенно теряют несущую способность, а высокопрочные бетоны отличаются резкой взрывообразной потерей физико-механических свойств, из-за высокой плотности и повышенного сопротивления диффузии за счет такой плотной структуры. Вследствие такой структуры при пожаре идет интенсивное парообразование в замкнутом пространстве цементного камня, давление водяного пара возрастает, возникают внутренние напряжения, превышающие прочность бетона при растяжении, и поэтому разрушение носит взрывообразный характер. При этом куски бетона могут разлетаться на расстояние 10...15 м, непрерывно по всей поверхности бетона, которая подвержена действию огня, что, кроме разрушения самих бетонных изделий, представляет большую опасность в радиусе падения этих кусков.

В работах по исследованию огнестойкости цементных бетонов отмечается, что взрывообразное разрушение начинается при влажности бетона более 5 % и температуре 160...260 °С. В работе [11] исследовано поведение высокопрочного бетона при пожаре. Показано, что возможно предотвращение взрывообразного разрушения следующими способами:

1) замедлением повышения температуры за счет поглощения тепла на разложение добавки-кристаллогидрата (вводится в состав в количестве до 5 % массы цемента);

2) снижением количества пара, образующегося в бетоне при пожаре, за счет частичного обезвоживания бетона на стадии изготовления;

3) снижением сопротивления бетона диффузии водяного пара, за счет введения в состав бетона фибры, служащей своего рода каналами для пара.

Автором [11] также показано, что не разрушившийся при пожаре бетон сохраняет остаточную прочность после окончания действия пожара в течение длительного времени. Практическое применение проведенных исследований — в повышении огнестойкости бетона несущих конструкций зданий. На наш взгляд, те же принципы возможно использовать и для повышения огнестойкости бетона облицовочных изделий.

В [12] приведены результаты исследования свойств цементного фибробетона к воздействию высоких температур. Авторы справедливо отмечают, что введение в состав бетона фибры позволяет дисперсно армировать бетон и снизить его склонность к взрывному разрушению. В [12] в состав бетона

вводились синтетические волокна. Содержание фибры в образцах изменялось в пределах от 0,1 до 0,9 % объема бетона. Определялась трещиностойкость бетона при разных температурах — 200, 400 и 600 °С. Авторы приходят к выводу, что введение в состав бетона синтетической фибры снижает риск взрывного разрушения бетона, однако отмечают, что при температурах свыше 350 °С волокна образуют токсичные дымовые газы.

В [13] предложена методика комплексного анализа поведения цементного бетона при пожаре. Авторами исследованы составы цементного бетона с силикатными добавками: жидкого стекла, стеклобоя, минеральной ваты. Испытуемые образцы нагревали до температуры 750 °С и пришли к выводу, что силикатные добавки, введенные в состав цементного бетона, в большей или меньшей степени замедляют скорость прогрева образцов при нагревании, что приводит к повышению устойчивости изделий из такого бетона при пожаре.

Таким образом, фиброцементные изделия с фиброй из минеральных волокон являются негорючими и возможно их использование в фасадных системах зданий повышенной этажности. Изделия из высокопрочного бетона склонны к взрывообразному разрушению, и необходимы исследования и разработка изделий повышенной трещиностойкости.

Облицовочные композитные панели состоят из внешних металлических (чаще всего алюминиевых или стальных) окрашенных листов толщиной до 0,5 мм, между которыми располагается внутренний слой, как правило, из полимерсодержащих композитных материалов. Преимущества композитных панелей в качестве облицовочных изделий для НФС заключаются в их легкости, жесткости и прочности, податливости к механической обработке, коррозионной и атмосферостойкости, звукоизоляционных свойствах, высоких декоративных свойствах.

Пожарная опасность композитных панелей определяется горючестью материалов панели (способностью загораться, поддерживать горение, распространять пламя, выделять дым, токсичностью продуктов горения) и огнестойкостью самой конструкции (способностью при воздействии огня сохранять изоляционные, ограждающие функции). Внутренний слой композитных панелей зачастую выполняется с использованием полимеров, снижение горючести которых достигается чаще всего применением антипиренов, а также в результате получения малогорючих полимеров. Но улучшение показателей горючести часто сопровождается ухудшением других свойств или существенным увеличением стоимости. В любом случае, даже при улучшении показателей горючести полимера, это мало влияет на огнестойкость самой композитной панели [7]. Для повышения огнестойкости композитных панелей необходимы специальные меры и средства.

Методы снижения горючести полимеров основаны на следующих принципах [14]:

- 1) изменение теплового баланса пламени за счет увеличения теплопотерь;
- 2) уменьшение потока тепла от пламени на полимер за счет создания дополнительных защитных слоев, например, образующегося кокса;

- 3) снижение скорости газификации полимера;
- 4) изменение соотношения горючих и негорючих газов в сторону последних.

Классификация материалов по пожарной опасности установлена Федеральным законом № 123 ФЗ [5]. Кроме этого, показатели пожарной опасности композитов регламентирует ГОСТ Р 56206—2014. В указанных документах предписано проводить испытания на огнестойкость в огневых печах аккредитованных центров при стандартных режимах пожаров. Однако обнародована информация лишь по огневым испытаниям конструкций из стали. По огневым испытаниям композитов информация минимальна.

На современном рынке представлены как российские производители металлокомпозитных панелей (BILDEX, Alumatrix), так и зарубежные. Анализ информации с официальных сайтов производителей недостаточен, чтобы рекомендовать данные панели для НФС зданий повышенной этажности, из-за недостаточности сведений о степени огнестойкости и горючести этих панелей.

В [15] предложен огнестойкий композит для внутреннего слоя металлокомпозитных панелей, применяемых в качестве облицовочных в системах НФС. Композит имеет слоистую структуру и содержит слои полимера нанометровой толщины и слои модифицированного антипиренами бентонита. Огнестойкость полимера и его низкая горючесть обеспечивается тем, что в случае пожара идет окислительная карбонизация полимера и образуются углерод-силикатные слои. Они создают барьер для летучих продуктов разложения полимера, и горение существенно замедляется.

Огнезащитные вспучивающиеся покрытия, рассмотренные выше в качестве материалов для защиты стальных и алюминиевых профилей каркасов фасадных систем, могут также быть использованы для повышения огнестойкости композитных панелей. Так, в [7] обсуждаются результаты испытаний стеклопластиков на основе эпоксидных смол. При относительно не высокой толщине огнезащитного вспучивающегося покрытия достигается существенное улучшение свойств — воспламеняемость и дымообразующая способность снизились на одну ступень, материал показывает свойства труднгорючего, распространение пламени близко к нулю. Эти данные показывают большую перспективность огнезащитных покрытий, по сравнению с антипиренами или использованием модифицированных негорючих связующих. В то же время очевидно, что огнезащитные вспучивающиеся покрытия сами изготавливаются на полимерной основе, имеют ограниченный интервал температур и времени эффективного обеспечения огнезащиты. Поэтому высокие пределы огнестойкости конструкций только за счет применения вспучивающихся огнезащитных покрытий получить невозможно. Требуется специальное конструирование, с нанесением на поверхность конструкции вспучивающегося покрытия, играющего важную, но все же вспомогательную роль.

В [16] рассматривается способ снижения горючести внутреннего полимерсодержащего слоя фасадных алюминийкомпозитных панелей

при помощи антипиренов. Показано, что степень пожарной опасности полимерсодержащего слоя существенно зависит от процентного содержания минеральных компонентов и антипиренов во внутреннем слое фасадной панели. Показана возможность снижения горючести внутреннего слоя фасадных панелей на основе поливинилхлорида путем введения в состав антипиренов (фосфоразотсодержащих) и наполнителей (гидроксида магния).

В [17] также предпринята попытка снизить горючесть полимерсодержащего материала на основе эпоксидной смолы. Композиция наполнялась различными минеральными порошками — маршалитом, андезитом, кварцевой мукой. В состав вводились антипирены — броморганические соединения. В работе показано, что при содержании наполнителя менее 45 % по массе наполнитель практически не влияет на показатели пожарной опасности композита. Снижение пожарной опасности наблюдается при содержании наполнителя более 50 % по массе. Броморганические антипирены также существенно снижают горючесть.

Анализируя информацию, касающуюся облицовочных композитных панелей, следует учитывать, что в большинстве случаев внутренний слой панелей выполнен из полимерсодержащих композиций, а любой полимерсодержащий материал следует относить к горючим материалам. Область применения таких панелей — малоэтажное строительство. В зданиях повышенной этажности необходимо применять композитные панели только с негорючим внутренним слоем. На рынке такие материалы представлены брендом ALUCOBOND (Германия). Панель состоит из внешних металлических слоев на основе алюминиевых сплавов и минерального внутреннего слоя. Пожаробезопасность подтверждается исследованиями [18] и огневыми испытаниями по зарубежным стандартам. Однако в случае применения даже таких композитных панелей конструктивные требования к фасадной системе повышаются. Также негорючие композитные панели представлены брендом ALPOLIC, линейка fr. Материал внутреннего слоя этих панелей выполнен из негорючего наполнителя на минеральной основе.

Дополнительно необходимо отметить некоторые аспекты повышения пожарной безопасности систем НСФС. Известные теории разрушения стекла при пожаре показывают, что главным критерием является скорость увеличения теплового воздействия на стекло. В условиях пожаров в момент выхода пламени на фасад происходит быстрое нарастание температуры по плоскости фасада. Для зданий повышенной этажности со светопрозрачными фасадными следует применять многослойные стекла с прозрачными расширяющимися при нагревании слоями. В таких стеклах при пожаре промежуточные слои меняют свои свойства, удерживая конструкцию и снижая риск травматизма.

Выводы

1. При устройстве каркасов фасадных систем НФС, НСФС в зданиях повышенной этажности целесообразно применение стальных элементов. Перспективна разработка эффективных огнезащитных составов для металлических

элементов фасадных систем, с проведением огневых испытаний на стадиях жизненного цикла покрытия. Для повышения огнестойкости профилей могут применяться термопоглощающие композиции, которыми заполняются полости профилей, снижая тем самым риск прогибов и увеличивая огнестойкость.

2. При устройстве теплоизоляционных слоев фасадных систем НФС, ФТКС в зданиях повышенной этажности целесообразно применять негорючие минераловатные изделия. Для вновь разрабатываемых теплоизоляционных материалов необходимо проведение огневых испытаний.

3. При устройстве гидро-, ветрозащитных слоев фасадных систем НФС в зданиях повышенной этажности следует применять негорючие мембраны на основе стекловолокна.

4. Возможны различные варианты устройства облицовочных слоев фасадных систем НФС в зданиях повышенной этажности. При этом керамогранитные плиты, изделия на основе природного камня, фиброцементные изделия на основе минеральной фибры пожаробезопасны, но следует учитывать их высокую плотность, большую массу, что приводит к повышенной нагрузке на несущие конструкции зданий. Металлокомпозитные панели с минеральным внутренним слоем являются эффективным материалом для облицовочных слоев фасадных систем.

5. Для зданий повышенной этажности со светопрозрачными фасадами следует применять многослойные стекла с прозрачными расширяющимися при нагревании слоями. В таких стеклах при пожаре промежуточные слои меняют свои свойства, удерживая конструкцию и снижая риск травматизма.

Библиографический список

1. Официальный сайт Федерального государственного бюджетного учреждения «Всероссийский ордена «Знак Почета» научно-исследовательский институт противопожарной обороны». Режим доступа: <http://www.vniipo.ru/> (дата обращения: 16.12.2022).

2. *Безбородов В. И.* Устойчивость при пожаре фасадных светопрозрачных конструкций высотных жилых зданий : дисс. ... канд. техн. наук. М., 2019. 161 с.

3. *Холщевников В. В.* В помощь разработчикам свода правил «Здания и комплексы высотные. Требования пожарной безопасности» // Пожаровзрывобезопасность. 2017. Т. 26. № 8. С. 70—76.

4. *Брушлинский Н. Н., Соколов С. В.* Какова «стоимость» пожаров в современном мире? // Пожаровзрывобезопасность. 2020. Т. 29. № 1. С. 79—88.

5. Технический регламент о требованиях пожарной безопасности (с изменениями на 30.04.2021) : Федеральный закон РФ от 22.07.2008 № 123-ФЗ. М., 2008.

6. *Воробьев В. Н.* Навесные фасадные системы. Рекомендации по обеспечению пожарной безопасности. Владивосток : ПротАктивСтрой, 2017. 44 с.

7. *Гаращенко А. Н., Берлин А. А., Кульков А. А.* Способы и средства обеспечения требуемых показателей пожаробезопасности конструкций из полимерных композитов (обзор) // Пожаровзрывобезопасность. 2019. Т. 28. № 2. С. 9—30.

8. *Мешалкин Е. А.* Фасадные системы: тенденции применения и пожарная опасность // Пожаровзрывобезопасность. 2007. Т. 16. № 2. С. 12—18.

9. *Кобелев А. А., Круглов Е. Ю.* Термическое поведение полимерной теплоизоляции пониженной горючести // Пожаровзрывобезопасность. 2018. Т. 27. № 2. С. 13—23.

10. *Смирнова Е. Л.* Разработка огнестойких композиционных материалов на основе эластомеров и технологии их изготовления : автореф. ... канд. техн. наук. СПб., 2003. 20 с.
11. *Пушенко А. С.* Высокопрочный бетон в условиях воздействия высоких температур при пожаре. Ростов н/Д, 2008. 23 с.
12. *Пухаренко Ю. В., Кострикин М. П.* Стойкость фибробетона к высокотемпературному воздействию // *Строительство и реконструкция*. 2020. № 2(88). С. 96—106.
13. *Федосов С. В., Левашов Н. Ф., Акулова М. В.* Применение комплексной методики анализа поведения цементных композитов с силикатными добавками при повышенных температурах // *Пожаровзрывобезопасность*. 2016. Т. 25. № 12. С. 14—21.
14. *Берлин А. А.* Горение полимеров и полимерные материалы пониженной горючести // *Соросовский образовательный журнал*. 1996. Т. 2. № 9. С. 57—63.
15. *Клименков А. И., Чесноков Н. В., Кузнецов Б. Н.* Огнестойкий полимерный композит для панелей : пат. РФ 2465290. Приоритет от 14.03.2011. Бюл. № 30.
16. *Константинова Н. И., Смирнов Н. В., Шебеко А. Ю.* К вопросу об оценке эффективности огнезащиты полимерных материалов // *Пожаровзрывобезопасность*. 2018. Т. 27. № 7-8. С. 32—42.
17. *Ушков В. А., Копытин А. В.* Горючесть и дымообразующая способность композиционных материалов на основе эпоксидных олигомеров // *Пожаровзрывобезопасность*. 2017. Т. 26. № 6. С. 31—42.
18. *Мешалкин Е. А.* Фасадные системы: тенденции применения и пожарная опасность // *Пожаровзрывобезопасность*. 2007. Т. 16. № 2. С. 12—18.

А. Г. Тимофеев, И. А. Бондарев, И. С. Ляшенко, Е. А. Бастрыкин

*Волгоградский государственный технический университет,
Волгоград, Российская Федерация*

РАЗРАБОТКА НОВОГО СОРБЦИОННО-ФИЛЬТРУЮЩЕГО МАТЕРИАЛА ДЛЯ ПОВТОРНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ СТОЧНЫХ ВОД

Изложены полученные данные исследования по изучению нового сорбционно-фильтрующего материала (СФМ), применение которого повышает коэффициент использования водных ресурсов ряда производств. Изучены физико-механические свойства СФМ. Полученные данные позволяют прогнозировать изменение прочностных характеристик СФМ в процессах их долговременной эксплуатации. По приведенным показателям фильтрующая загрузка соответствует требованиям, предъявляемым к материалам, пригодным для промышленного использования. Проведена гигиеническая оценка загрузки. Сорбционные свойства изучены в статическом и различных режимах. Сорбция изученных веществ (кроме мазута) возрастает с увеличением температуры.

Ключевые слова: сорбция, сорбционно-фильтрующий материал, термодинамические характеристики, кинетика сорбции, равновесные константы, скорости сорбции, оптическая плотность.

Актуальность разработки и применения новых сорбционно-фильтрующих материалов обуславливается постоянным возрастанием потребления воды, а также ее загрязнениями в ходе хозяйственной и промышленной деятельности различными компонентами [1]. Использование к промышленности оборотных систем водоснабжения характеризует современное техническое состояние предприятия [2]. Внедрение в практическую деятельность данных систем позволяет значительно сократить сбрасываемые сточные воды, уменьшить потребности населения в свежих водах, что способствует повышению экологического и экономического эффектов. Существующая практика свидетельствует о несоответствии или соответствии в полной мере качества воды требованиям действующих нормативов. Ухудшение качественного состояния воды свидетельствует, что источники водоснабжения подвергаются техногенным загрязнениям. Таким образом, необходимо постоянное совершенствование различных существующих систем оборотного водоснабжения промышленных предприятий. Одним из эффективных методов для очистки воды от различных загрязнителей является применение сорбционной очистки [3].

В данной работе изучается сорбционно-фильтрующий материал (СФМ), который разработан на основе опоки. Использование СФМ позволит повысить коэффициент повторного использования воды для различных промышленных производств [4].

Рассмотрим термодинамические характеристики статической сорбции.

Изменения энтальпии сорбции рассчитаны графическим путем. Величина рассчитывается по следующей формуле:

$$\Delta H = m R \operatorname{tg} \varphi, \text{ моль/г,} \quad (1)$$

где m — отношение масштаба; R — газовая постоянная; $\operatorname{tg} \varphi$ — угловой коэффициент в координатах.

Величины изобарно-изотермического потенциала были рассчитаны с использованием уравнения

$$\Delta G = -8313 \cdot 298 \ln K_1, \text{ моль/г,} \quad (2)$$

где K — константа сорбции при какой-либо температуре.

По рассчитанным величинам и ΔG по формуле

$$\Delta G = \Delta H - T\Delta S, \text{ моль/г,} \quad (3)$$

для $T = 298 \text{ К}$ были рассчитаны величины изменения энтропии статической сорбции.

В таблице 1 представлены основные характеристики статической сорбции для различных сорбентов на разработанном СФМ.

Таблица 1

Основные характеристики сорбции

Сорбаты	Константы сорбции $k \cdot 10^{-3}$			ΔH_{298} кДж/моль	$-\Delta G_{298}$, кДж/моль	$-\Delta S_{298}$, Дж/моль К	Масса, мг/г, при 298 К
	K_{378}	K_{398}	K_{315}				
Цинк	0,23	0,42	1,60	39,78	14,96	180	50,0
Кадмий	0,09	0,13	1,08	48,13	12,06	200	110,0
Железо	0,17	0,70	4,35	64,95	16,22	280	10,0
Медь	0,80	1,11	5,88	37,11	17,37	63	20,0
Марганец	0,26	0,60	1,72	37,19	15,84	710	20,0
Молибден	0,16	0,60	2,77	56,27	15,84	130	20,0
Свинец	0,14	0,24	0,73	34,03	13,55	160	50,0
Бензол	1,25	0,36	0,1	50,45	14,58	120	35,0
Мазут	6,45	0,70	0,01	123,27	16,23	470	100,0
Фенол	2,78	0,98	0,10	68,6	17,06	170	30,0

Из таблицы 1 видно, что сорбция изученных веществ (кроме мазута) возрастает при увеличении температуры.

Изучение кинетики сорбции

Раствор, содержащий при $\text{pH}_{\text{опт}}$ определенное количество сорбата, термостатировали, вносили в него измеренное количество фильтрующей загрузки, при постоянном перемешивании через определенные промежутки времени отбирали пробы, центрифугировали их. При необходимости проводили индикаторную реакцию и измеряли оптические плотности, строили изотермы кинетики сорбции, в координатах «оптическая плотность — время» [5]. Изотермы кинетики сорбции некоторых веществ, взятых в качестве примера, приведены на рис. 1 и 2.

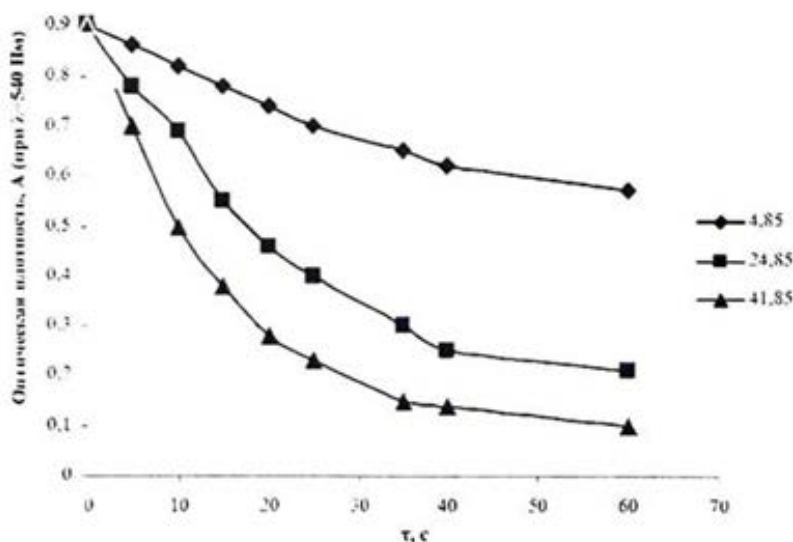


Рис. 1. Изотермы кинетики сорбции цинка

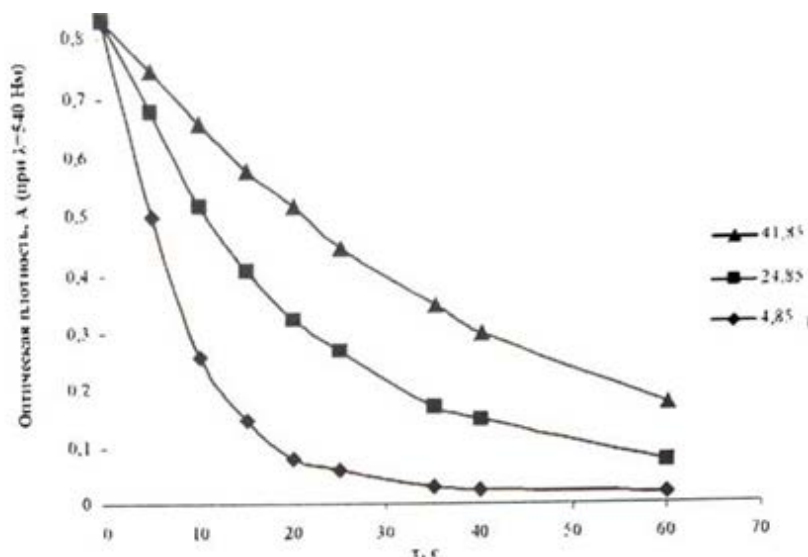


Рис. 2. Изотермы кинетики сорбции мазута

При изучении статической сорбции используются значения равновесных констант сорбции K , которые позволяют оценить термодинамические характеристики сорбционных процессов: характеристики позволяют оценить глубину и необратимость процесса сорбции [6]. Но сорбционный процесс, согласно полученным результатам, — это все же хемосорбция, если учитывать, что некоторое увеличение температуры приводит к ускорению наступления равновесия. В этом плане необходимо изучение скоростей сорбции, что позволит определить время наступления равновесия и, кроме того, хотя бы ориентировочно оценить химизм процесса формирования активированного адсорбционного комплекса [7].

Для всех сорбционных процессов характерен достаточно крутой начальный участок изотерм кинетики сорбции. Процесс сорбции протекает достаточно быстро и практически заканчивается через несколько минут для самой медленной сорбции [8].

Сорбция представляет собой односторонний процесс, подчиняющийся кинетическому уравнению первого порядка:

$$K = ((1/\tau_i)\ln J_i) / J_i \text{ или } K = ((1/\tau_i)\ln A_i) / A_i. \quad (4)$$

Рассчитанные для трех температур значения констант скоростей сорбции позволили путем графического решения уравнения Аррениуса определить энергию активации процесса образования активированного сорбционного комплекса $E_{\text{акт}}$ и величин логарифма предэкспоненциального фактора $\ln PZ_0$ уравнения Аррениуса. Расчетные данные указаны в таблице 2.

$$\ln PZ_0 = 10,30 + \ln T + \Delta S / R. \quad (5)$$

Таблица 2

Основные характеристики кинетики сорбции

Сорбаты	Константы скоростей сорбции			$\ln PZ_0$	$E_{\text{акт}}$, кДж/моль	ΔS , Дж/моль К
	K_{278}	K_{298}	K_{315}			
Цинк	0,01	0,031	0,056	9,5	33,34	-52,43
Кадмий	0,01	0,04	0,13	9,8	28,35	-50,81
Железо	0,05	0,10	0,17	7,9	49,53	-66,25
Медь	0,03	0,06	0,08	0,3	31,024	-46,74
Марганец	0,03	0,08	0,13	16,1	41,83	0,41
Молибден	0,01	0,05	0,06	15,6	41,82	-3,66
Свинец	0,03	0,05	0,11	7,3	42,76	71,13
Бензол	0,01	0,02	0,04	2,9	14,29	106,20
Мазут	0,12	0,05	0,03	12,5	22,84	-231,30
Фенол	0,02	0,04	0,06	7,7	24,14	67,80

Изучение кинетики адсорбции дает возможность судить о времени, при котором практически все сорбируемое вещество будет поглощено сорбентом. Вначале процесс сорбции идет быстро: 50...52 % сорбата за 20...40 с проходит загрузку. За 2...8 мин в воде практически не остается сорбата, он весь переходит на загрузку [9, 10].

Таким образом, получен новый сорбционно-фильтрующий материал на основе опок Астраханской области. Данную фильтрующую загрузку можно применять в различных технологических установках на предприятиях для получения оборотной воды.

Библиографический список

1. Москвичева Е. В., Сидякин П. А., Щитов Д. В. Очистка сточных вод от эмульгированных нефтепродуктов // Современные фундаментальные и прикладные исследования. 2016. № 1(20). С. 41—46.
2. Москвичева Е. В., Сидякин П. А., Щитов Д. В. К вопросу об очистке сточных вод от эмульгированных нефтепродуктов // Современные фундаментальные и прикладные исследования. 2016. № 1(20). С. 47—54.
3. Москвичева Е. В., Москвичева А. В., Игнаткина Д. О. Кинетическая модель флотации с использованием смешанного реагента на основе отхода производства // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Строительство и архитектура. 2015. № 40(59). С. 45—57.

4. Москвичева Е. В., Сидякин П. А., Щитов Д. В. Переработка отходов производства во вторичное сырье как одно из условий обеспечения промышленной безопасности на предприятии // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Строительство и архитектура. 2014. № 4(8). С. 204—211.

5. Андреев А. Н., Черкесов А. К., Войтюк А. А. Эколого-экономическая оценка технологии хромирования из электролита с органической добавкой // Современная наука и инновации. 2014. № 4(8). С. 84—89.

6. Доскина Э. П., Сахарова А. А., Кузьмина Т. А. Исследование процесса седиментации взвеси промывных под водопроводных станций // Инженерно-строительный вестник Прикаспия. 2014. № 1(7). С. 84—89.

7. Москвичева И. В., Москвичева А. В., Сидякин П. А. Повышение коррозионно-механической стойкости металлических поверхностей оборудования // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Строительство и архитектура. 2015. № 40(59). С. 45—57.

8. Доскина Э. П., Москвичева А. В., Игнаткина Д. В. Разработка ресурсосберегающей технологической схемы очистки сточных вод предприятий машиностроения // Современная наука и инновации. 2014. № 4(8). С. 78—81.

9. Доскина Д. П., Юрьев Ю. Ю., Игнаткина Д. О. Совершенствование очистки воды от ПАВ для оборотного водоснабжения (на примере плавательного бассейна) // Инженерный вестник Дона. 2015. Т. 33. № 1-1. С. 78—83.

10. Сидякин П. А., Ибрагимова З. К., Кузьмина Т. А. Разработка метода очистки природных и сточных вод курортного региона КМВ модифицированным природным минералом // Современные фундаментальные и прикладные исследования. 2015. № 4(19). С. 54—59.

СЕКЦИЯ 4. ПЕРСПЕКТИВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ФОРМИРОВАНИЯ КОМФОРТНОЙ ГОРОДСКОЙ СРЕДЫ

УДК 727.3

Н. Н. Антонова, Е. Ю. Найко, Д. В. Соколова

*Волгоградский государственный технический университет,
Волгоград, Российская Федерация*

СОВРЕМЕННЫЙ ПОДХОД К ОРГАНИЗАЦИИ ОБЩЕСТВЕННО-КОММУНИКАЦИОННЫХ ПРОСТРАНСТВ В ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЯХ

Рассмотрены основополагающие принципы формирования общественных пространств университетских кампусов. Сформулированы современные ключевые требования, которым должно соответствовать комфортное, инклюзивное общественное пространство. Приведены этапы развития успешного и эффективного социального пространства. На основе существующих университетских кампусов рассмотрены примеры и возможности организации общественно-коммуникационных пространств.

Основной социальной задачей данных пространств является уравнивание возможностей каждого, вне зависимости от уровня способностей человека, и создание наиболее комфортной среды. На примере проектирования территории ИАиС ВолГТУ прослеживается потребность в создании общественного пространства, которое отвечало бы современным требованиям комфортности и универсального дизайна. В процессе предпроектного анализа и формирования проекта учитывались основополагающие требования, выдвигаемые современным, устойчиво развивающимся, рекреационным пространством университетов.

Ключевые слова: кампус, благоустройство, общественное пространство, архитектурно-пространственная среда, многофункциональность, малые архитектурные формы, рекреация, зонирование, коворкинг, коммуникация, инфраструктура, инклюзия, универсальный дизайн.

Общественные пространства университетского кампуса

Несомненно, территория каждого университета или колледжа представляет собой архитектурно-ландшафтную среду, при проектировании которой необходим особый подход [1].

Данная пространственная среда, регламентируя внутренние принципы развития и реконструкции, формирует определенную идентичность и облик образовательной организации, где в неразрывной связи существуют ландшафт и архитектурные сооружения. Наиболее успешным архитектурно-ландшафтное пространство вуза как единой среды делают дополнительные расширения функционального спектра возможностей, что приводит к использованию и применению этого пространства в более гибком диапазоне.

Поэтому, в первую очередь, следует рассмотреть функционально-ландшафтную организацию открытых пространств университетов и те процессы, которые могут протекать на данных территориях. Таким образом,

анализ позволит облегчить внедрение и реализацию разных форм пространственной коммуникации.

Современная вузовская среда требует создания особого кластера социальных, профессиональных, общественных коммуникаций, обеспечивающих общение ученых, преподавателей и студентов, обмен знаниями и технологиями, информацией, эмоциями [2]. Тенденция гибкого программирования средового пространства, для обеспечения на территории вуза средовых функциональных подходов, способствующих разностороннему общению, благоприятно влияющему на творчество, учебный процесс и отдых, должна быть основана на рациональном функциональном зонировании вузовского комплекса.

Кампус как типологическая градостроительная единица университета и форма его физического и пространственного существования возник относительно недавно [3]. Первоначально средовые пространства университетов предназначались лишь для процесса обучения. Современный же университетский кампус является многофункциональным пространством. Помимо учебных корпусов, он также может включать в себя жилые, спортивные, административные здания и т. д. [4—6]. Рекреации для коммуникации и самоподготовки студентов и преподавателей также играют важную роль в организации архитектурно-пространственной среды кампуса [7].

Создание единой системы функциональной среды преимущественно с пешеходными связями между основными объектами — одна из главных планировочных идей современного кампуса. Среду существования в кампусах определяют именно объемно-планировочные характеристики, качество архитектуры и публичные пространства [8]. Последние изменения организации учебного процесса, а именно актуализация роли самообразования, дистанционного обучения, внедрения компьютерных технологий, создают новую основу для развития темы благоустройства территорий высших учебных заведений [9]. Поэтому с внедрением разнообразных форм образовательного процесса в общественное пространство меняются и принципы проектирования и реорганизации университетских кампусов.

Цели исследования — анализ современного состояния и проблем формирования общественно-коммуникационных пространств университетских кампусов в рамках социального аспекта (на примере ведущих вузов Волгограда); выявление значимости общественно-пространственного фактора в создании новых возможностей самореализации студентов и повышения качества образовательного процесса; разработка концептуального проекта реновации общественно-коммуникационных пространств на базе ИАиС ВолгГТУ.

Реализация поставленной цели предполагает решение следующих **исследовательских задач**:

- 1) типологический подход к систематизации общественных пространств в высших учебных заведениях;
- 2) сбор и систематизация материала по данной теме;
- 3) определение основных проблем общественных пространств в вузах Волгограда;

- 4) изучение отечественного и зарубежного опыта;
- 5) создание концептуального проекта реконструкции общественного пространства ИАиС ВолгГТУ.

Типология общественных пространств в высших учебных заведениях

Огромную роль в формировании архитектурно-пространственного облика кампуса играют не только входящие в него здания и сооружения, но и открытые общественные пространства. Удачно благоустроенные и озелененные рекреации на открытом воздухе создают первоначальный имидж университетского кампуса, а также принимают форму наиболее комфортного социального пространства.

Качественное функциональное зонирование территорий, правильная композиция зеленых насаждений и малых архитектурных форм оказывают существенное влияние на общее восприятие территорий кампуса. Гармоничная и комфортная среда, в свою очередь, создает особую общеуниверситетскую атмосферу [10].

Публичное пространство студенческого кампуса способно обеспечить связь между процессами обучения и общения между студентами. Эти взаимодействия приводят к вовлечению учащихся в учебный процесс, помогая создавать сообщества, способствующие упорству студентов и успехам в учебе. Продуманные функции, а также правильно спроектированные пространства и маршруты могут улучшить социальное взаимодействие [11]. Для сообщества студентов одним из важнейших факторов является наличие доступного, комфортного и привлекательного общественного пространства, в котором происходит коллективное взаимодействие. Правильно организованное общественно-коммуникационное пространство способствует формированию непрерывного социального и экономического обмена, смешения разных культур, а также является комфортной средой для работы и общения.

Общественные университетские пространства различаются по размеру и функциональному принципу:

- 1) пространство для самостоятельной работы — небольшое камерального характера пространство, снабженное всем необходимым для индивидуальной и командной работы;
- 2) внутренний двор — это пространство внутреннего двора университетских зданий, корпусов или перекрытый атриум;
- 3) площадь — цельное открытое организованное пространство, которое заключено между несколькими зданиями, необходимо для проведения торжественных мероприятий;
- 4) газон — основное зеленое рекреационно-общественное пространство для использования в теплое время года [5].

Современные требования к формированию общественных пространств в высших учебных заведениях

Существуют четыре фактора, на которые стоит обратить внимание при формировании комфортного общественного пространства:

1. Доступность и связанность. Определяющим фактором качественного пространства является его доступность. Внутри такого пространства люди с разным уровнем возможностей не должны испытывать дискомфорта при использовании того или иного элемента среды. Можно привести ряд признаков, формирующих доступную архитектурную среду и преумножающих уровень ее комфорта: физические элементы в среде; учет особенностей восприятия; наличие автомобильной и велосипедной парковки; досягаемость пространства кампуса посредством общественного транспорта и обеспечение беспрепятственного перемещения МГН. Такой подход к формированию пространства можно описать уже существующим понятием «универсальный (инклюзивный) дизайн», которое было приведено и описано американским архитектором Рональдом Л. Мейсом [12].

Мировыми программами по формированию и адаптации среды под нужды МГН являются документ *Designing an accessible city*, изданный правительством Великобритании в 2004 году, квинтэссенцией которого является организация способов проектирования и адаптации различных элементов архитектурной среды с учетом потребностей МГН [13, 14].

2. Комфорт и облик места. Комфорт рекреационного пространства определяется желанием посетителей задержаться в нем. Опрятность места и его удобство формируется элементами мебели, озеленением, укрытиями от непогоды и прочими составляющими, делающими место комфортным для продолжительного пребывания в нем.

3. Многофункциональность. Популярность территории определяется различными возможностями использования пространства. Организованные места, предлагающие своим посетителям разнообразные функции, такие как торговля, питание, досуг, отдых, считаются наиболее востребованными, так как привлекают группы посетителей с разными запросами.

4. Безопасность и дружелюбность. Общественное пространство, насыщенное жизнью, всегда побуждает к открытой коммуникации, оно дружелюбно и безопасно. Находясь в таком пространстве, посетители сильнее ощущают принадлежность к профессиональному сообществу. Это способствует появлению новых форм социальной активности [15].

Ощущение комфортного нахождения в общественном пространстве достигается за счет правильного ориентирования пешеходных потоков. По мере передвижения людей между зданиями и корпусами создаются видовые точки, места притяжения, уютные комфортные пространства для учебы или отдыха. Контрастные мощения и покрытия — наиболее распространенный прием, который служит для выявления направлений движения, разграничения поверхностей, перепадов высот или выделения разных функциональных зон. В отличие от классических способов навигации в пространстве — информационных табло и указателей, контрастное мощение фиксируется на расстоянии [16]. Также оно играет роль специальной системы тактильного информирования для людей с дефектами зрения [17].

Для создания общественного пространства, отвечающего всем четырем факторам, используется метод плейсмейкинга. Плейсмейкинг (*placemaking*, от английского «*place*» — «место») — концепция по облагораживанию общественных пространств, основная идея которой заключается во всестороннем подходе к сформулированной проблеме и вовлечении всех членов общества в процесс решения этой проблемы [18].

Метод направлен на улучшение качественных характеристик пространственной среды таким образом, чтобы они способствовали взаимодействию людей и развитию здоровой, социально насыщенной и экономически устойчивой жизни городских сообществ.

С точки зрения проектного подхода к созданию комфортного общественного пространства в университете весь процесс можно разделить на пять этапов:

1-й этап — выбор места и определение заинтересованных сторон. При выборе места учитываются такие критерии, как актуальность размещения проектируемого элемента конкретно в этом месте, рентабельность, инсоляцию, расположение в структуре университета, также важно продумать, каким образом можно будет провести там время, сколько функций можно внедрить. Критически оценить предполагаемое место необходимо не только студентам, но и преподавателям, профильным специалистам, представителям бизнеса и студенческим организациям.

2-й этап — оценка пространства и определение вызовов. На этом этапе проводится опрос заинтересованных сторон на соответствие места по четырем критериям: общительность, многофункциональность, доступность и связанность, комфорт и облик места.

3-й этап — формирование видения пространства. В рамках данного этапа оформляется документ, содержащий постановку целей и задач, формулирование концепции и предполагаемого характера пространства, а также план внедрения в среду университета.

4-й этап — реализация проектов быстрых изменений. Воплощение проекта в жизнь происходит благодаря основным элементам быстрых изменений: благоустройства территории за счет зеленых насаждений, уличной мебели, навесов и других малых архитектурных форм. Для реализации проектов необходимо согласование с администрацией университета, поиск источников финансирования.

5-й этап — оценка результата и определение дальнейших шагов. На заключительном этапе проводится повторный опрос о соответствии реализации поставленным целям и задачам и наблюдение за использованием нового пространства в течение определенного времени.

На основании грамотного подхода и последовательной работы по упомянутому методу формируется удачная концепция общественно-коммуникационных пространств при университетах для студенческих и других сообществ, в которых будет непрерывно происходить социальный, экономический и культурный обмен [15].

Пространственная организация вузов Волгограда, критерии формирования

На сегодняшний день серьезной проблемой является реорганизация сложившихся архитектурно-ландшафтных объектов российских университетов [19]. Стремление качественно улучшить предметно-пространственную среду вузов и создать комфортные условия для учебы и отдыха — основные приоритеты благоустройства кампусов. Однако следует отметить, что значительная часть зданий университетов в нашей стране построена во второй половине двадцатого века и поэтому имеет высокий уровень физического и морального износа. Изначальные недостатки принятых архитектурно-планировочных решений типовой застройки кампусов объясняют проблемы дальнейшего архитектурного развития внутренних и внешних пространств [20].

В настоящее время в вузах Волгограда нет грамотно разработанных общественно-коммуникационных пространств. Университеты либо полностью игнорируют создание таких необходимых для процесса коммуникации студентов пространств, либо не в полной мере раскрывают потенциал имеющегося ресурса. В высших образовательных учреждениях должны быть хорошо продуманные и доступные пространства, которые будут являться точками притяжения, будут способствовать социальному взаимодействию и интеграции студентов из различных социальных слоев, культур и государств. Именно этим оправдывается актуальность нашего исследования вузов Волгограда.

Помимо теоретических методов исследования использовались и эмпирические — наблюдение и сравнение. На основании этого была составлена таблица, отражающая критерии, характеризующие общественные пространства ведущих университетов Волгограда: Волгоградского государственного университета (ВолГУ), Института архитектуры и строительства Волгоградского государственного технического университета (ИАиС ВолгГТУ), Волгоградского государственного социально-педагогического университета (ВГСПУ), Волгоградского государственного технического университета (ВолгГТУ), Волгоградского государственного аграрного университета (ВолГАУ).

Исходя из данных, приведенных в табл., соблюдение критерия доступности и связности при обследовании открытых общественных пространств вузов полностью или частично отсутствует. Игнорирование этого критерия в архитектурном пространстве университета закономерно создает дискомфорт в эксплуатации и сдерживает дальнейшее развитие структурных элементов общественного пространства. Также для всех учебных заведений характерно отсутствие четкого функционального зонирования.

Для решения данных вопросов необходимо обратиться к современному мировому опыту.

Основные критерии формирования общественных пространств вузов Волгограда

Вузы Волгограда	Критерии			
	доступность и связность	комфорт и облик места	многофункциональность	ощущение безопасности и дружелюбности
ВолГУ	<p>Открытые территории: – не соответствуют современным требованиям комфортности и универсального дизайна; – функция библиотеки вынесена за общий объем главного корпуса.</p> <p>Внутренние пространства: – отсутствует организованная система ориентирования; + присутствуют условия для МГН</p>	<p>Открытые территории: – отсутствие навесов, пергол для защиты от осадков и солнца (мало тени); + отделка фасадов и покрытий в удовлетворительном состоянии.</p> <p>Внутренние пространства: – необходимость в оформлении общественных пространств с использованием единого дизайн-кода; + отделка интерьеров в хорошем состоянии</p>	<p>Открытые территории: + много мест для тихого отдыха на свежем воздухе; – отсутствует место для индивидуальной и командной работы на улице.</p> <p>Внутренние пространства: + много общественных пространств для индивидуальной работы и взаимодействия студентов; – библиотечный центр вынесен из общего состава функций в отдельное здание</p>	<p>Открытые пространства: – не насыщены студенческой жизнью из-за просторных территорий, которые никак не решены</p>
ИАиС ВолГТУ	<p>Открытые территории: – не соответствуют современным требованиям комфортности и универсального дизайна.</p> <p>Внутренние пространства: – отсутствует организованная система ориентирования; – отсутствуют условия для МГН</p>	<p>Открытые территории: + дворовые территории в хорошем состоянии, но их потенциал не раскрыт полностью; + отделка фасадов и покрытий в удовлетворительном состоянии.</p> <p>Внутренние пространства: – необходимость в оформлении общественных пространств с использованием единого дизайн-кода; + отделка интерьеров в удовлетворительном состоянии</p>	<p>Открытые территории: + поддержание нескольких функций на дворовой территории: тихий отдых и места для общения; + равномерное рассредоточение функциональных блоков</p> <p>Внутренние пространства: – отсутствует функциональная целостность; – небольшое количество общественных пространств, которые неравномерно рассредоточены по территории университета</p>	<p>Открытые пространства: + способствуют свободной коммуникации.</p> <p>Внутренние пространства: – не создают ощущения дружелюбности, комфорта</p>
ВГСПУ	<p>Открытые территории: – не соответствуют современным требованиям комфортности и универсального дизайна.</p> <p>Внутренние пространства: – отсутствует организованная система ориентирования; – отсутствуют условия для МГН</p>	<p>Открытые территории: – дворовые территории плохо развиты; – отсутствует необходимая меблировка; – отделка внутренних фасадов в неудовлетворительном состоянии; + отделка главного фасада в хорошем состоянии.</p> <p>Внутренние пространства: – необходимость в оформлении общественных пространств с использованием единого дизайн-кода;</p>	<p>Открытые территории: – отсутствие мест для тихого отдыха и общения.</p> <p>Внутренние пространства: + много общественных пространств для индивидуальной работы и взаимодействия студентов; – неравномерное рассредоточение функциональных зон по территории университета</p>	<p>Внутренние и открытые пространства: – не создают ощущения дружелюбности, комфорта</p>

Вузы Волгограда	Критерии			
	доступность и связность	комфорт и облик места	многофункциональность	ощущение безопасности и дружелюбности
		+ отделка интерьеров в удовлетворительном состоянии; + много элементов мебели для отдыха и индивидуальной работы		
ВолГТУ	<p>Открытые территории: – не соответствуют современным требованиям комфортности и универсального дизайна; – отсутствует организованная система ориентирования между корпусами.</p> <p>Внутренние пространства: – отсутствует организованная система ориентирования; – отсутствуют условия для МГН</p>	<p>Открытые территории: – отделка внутренних фасадов в неудовлетворительном состоянии; + дворовые территории хорошо развиты; + отделка главного фасада в хорошем состоянии.</p> <p>Внутренние пространства: – необходимость в оформлении общественных пространств с использованием единого дизайн-кода; + отделка интерьеров в удовлетворительном состоянии; + много элементов мебели для отдыха и индивидуальной работы</p>	<p>Открытые территории: + поддержание нескольких функций на дворовой территории: тихий отдых и места для общения; + равномерное рассредоточение функциональных блоков.</p> <p>Внутренние пространства: + общественные пространства присутствуют в каждом корпусе; – небольшое количество общественных пространств, которые неравномерно рассредоточены по территории университета</p>	<p>Внутренние и открытые пространства + способствуют свободной коммуникации за счет правильного функционального зонирования</p>
ВолГАУ	<p>Открытые территории: – не соответствуют современным требованиям комфортности и универсального дизайна; – отсутствует организованная система ориентирования между корпусами.</p> <p>Внутренние пространства: – отсутствует организованная система ориентирования; – отсутствуют условия для МГН</p>	<p>Открытые территории: – внутренние дворовые территории плохо развиты; – отсутствует необходимая меблировка; – отделка внутренних фасадов в неудовлетворительном состоянии; + отделка главного фасада в хорошем состоянии.</p> <p>Внутренние пространства: – необходимость в оформлении общественных пространств с использованием единого дизайн-кода; + отделка интерьеров в плохом состоянии; + мало элементов мебели для отдыха и индивидуальной работы</p>	<p>Открытые пространства: – основное общественное пространство (парк) вынесено за пределы университета и находится перед главным входом; – внутри дворовые пространства имеют ограниченную функциональную составляющую.</p> <p>Внутренние пространства: + есть места для комфортной командной работы; – отсутствует функциональная целостность; – неравномерное рассредоточение функциональных зон по территории университета</p>	<p>Внутренние и открытые пространства: – не создают ощущения дружелюбности, комфорта</p>

Примеры пространственной организации зарубежных и российских вузов

Удачная организация функционального зонирования и четкая сформированность общественных пространств во многих вузах достигает высшего пилотажа. Так, кампус школы искусств в Манчестере отличается хорошо организованной многоуровневой средой по типу openspace (офис открытого типа). Здание кампуса является примером сочетания атриума и двух внутренних дворов, которые носят общественно-рекреационную функцию. Атриум не имеет визуальной связи с внутренними дворами, но при своей большой протяженности является коммуникативным центром кампуса [21]. Функциональное зонирование носит условный характер, архитектурная среда и светлые холлы сформированы комфортными элементами мебели. Рекреации и места для работы не спорят друг с другом с точки зрения разных функций (рис. 1) [22].



Рис. 1. Внутренние пространства кампуса школы искусств. Манчестер, Великобритания [8]

Новый корпус Высшей школы экономики в Москве спроектирован с учетом всех требований безбарьерной среды (рис. 2). Территория вуза включает зоны отдыха с мягкой мебелью и зоны учебной деятельности — коворкинги, конференц-залы, места для проектной работы [23].

На территории австралийского университета Монаш было создано уникальное рекреационное пространство (рис. 3). Университетский парк, сформированный на территории кампуса, обладает неограниченным потенциалом. Здесь имеется широкий спектр элементов благоустройства и МАФ для комфортной работы, общения и питания. Также в центральном пространстве располагаются плоскостные сооружения для тихого отдыха, проведения мероприятий и разнообразных спортивных состязаний [24].



Рис. 2. Ковркинг-зона основного корпуса Высшей школы экономики.
Москва, Россия

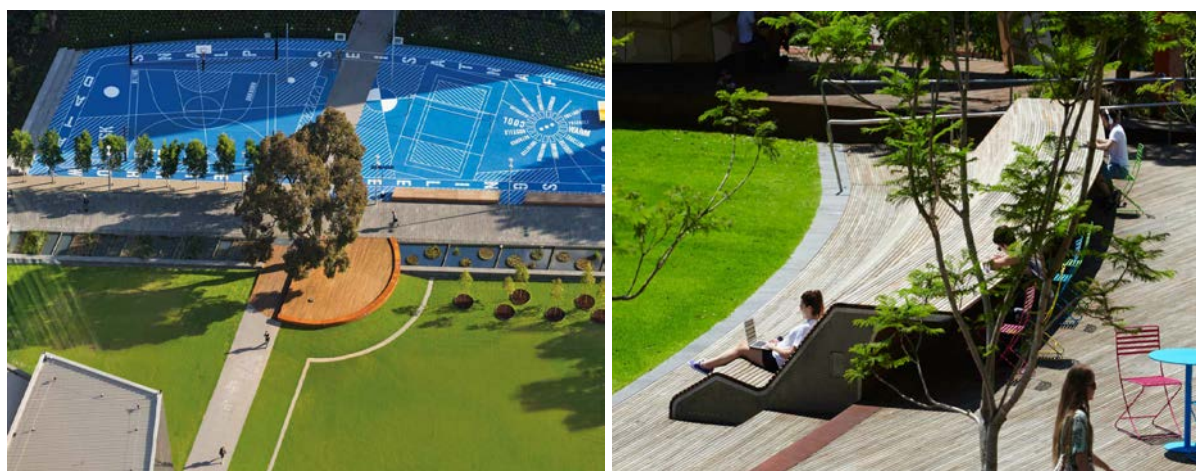


Рис. 3. Кампус университета Монаша. Мельбурн, Австралия

Международный опыт использования метода плейсмейкинга, когда в формировании концепции архитектурного пространства участвуют все заинтересованные стороны, получил развитие и в России. Так, были исследованы потенциальные возможности формирования общественно-рекреационных пространств университета Лейфана (Люнебург). Они легли в основу проекта дальнейшего развития средовых пространств для учебы и отдыха в Московском экономическом институте [25]. Фонд V-A-C, «Проектная группа 8», студенты и преподаватели МЭИ совместными усилиями создали новое неформальное рекреационное пространство на месте бывшего заброшенного внутреннего двора (рис. 4, 5). Проект включает: зону коворкинга, подиум для проведения мероприятий, общее организованное озеленение [26].



Рис. 4. Дворовое пространство Московского экономического института после реновации (фото из фонда V-A-C, Евгений Макаренко)

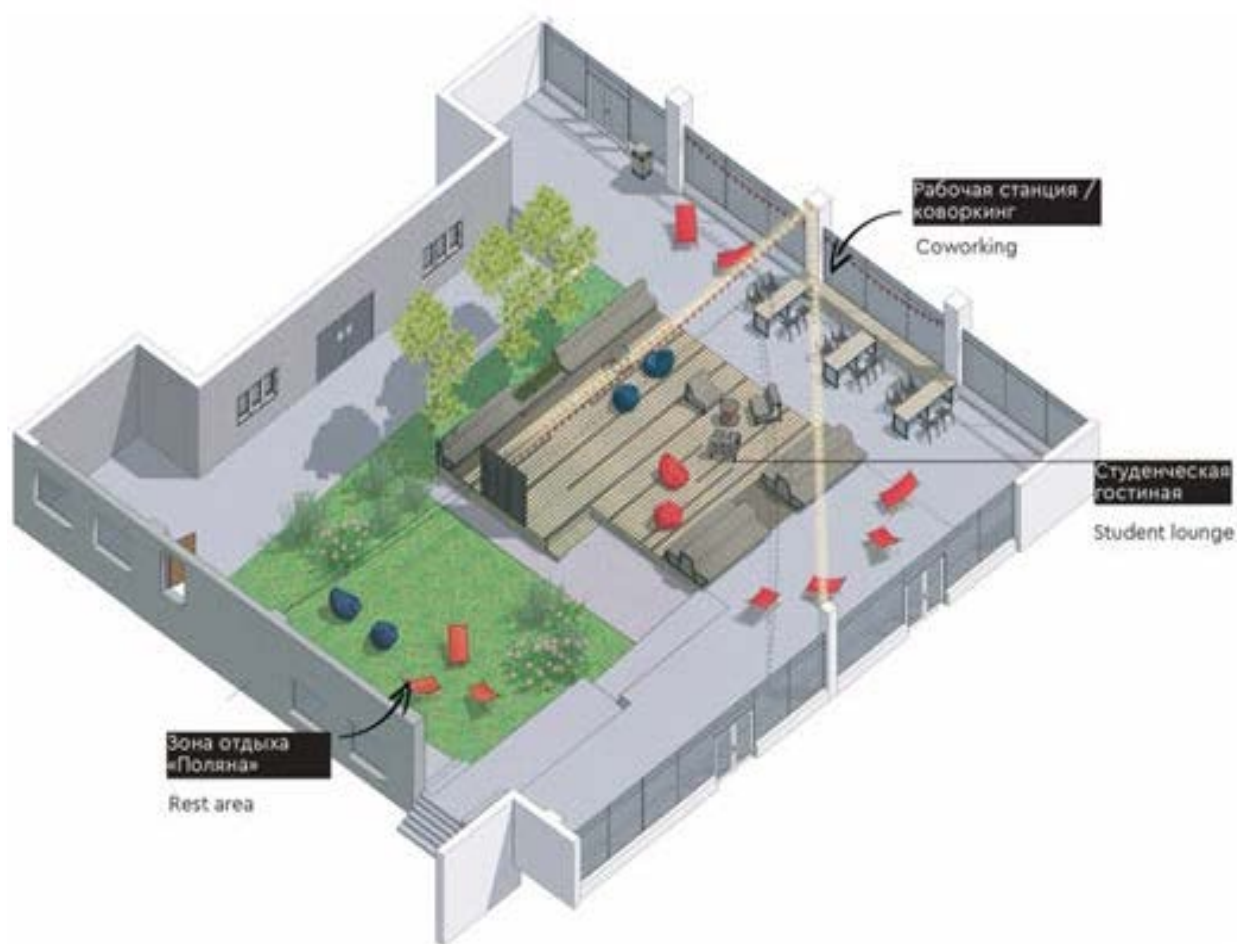


Рис. 5. Дворовое пространство Московского экономического института — концепция преобразования общественного пространства

Выявление потенциальных возможностей формирования общественных пространств в ИАиС ВолгГТУ

В ходе обследования и анализа территорий ИАиС ВолгГТУ был выявлен ряд проблем, связанных с организацией общественных пространств вуза:

- 1) отсутствие единой, взаимосвязанной системы образовательной и рекреационной зон;
- 2) потенциал существующей среды не раскрыт;
- 3) много неиспользуемой полезной площади;
- 4) отсутствие зон коворкинга и индивидуальной работы;
- 5) недостаточно элементов благоустройства и МАФ (лавочек, питьевых фонтанов и т. д.);
- 6) несоответствие существующей среды современным требованиям комфортности и универсальности;
- 7) отсутствие единого стилистического решения территорий ИАиС ВолгГТУ.

Заключение

Принимая во внимание выявленные проблемы и конкретные недостатки, можно сделать вывод, что возникла обоснованная необходимость в разработке концепции организации нового универсального пространства, приобретающего многофункциональный принцип работы, легко трансформирующихся пространств, создающих дружелюбную среду обитания [27].

При формировании современной архитектурно-дизайнерской концепции в комплексе были решены следующие задачи:

- 1) благоустроена территория над подземным переходом корпуса «Б»;
- 2) разработана универсальная система коммуникаций для МГН (подъемник с лестницей);
- 3) на крыше стеклянного перехода из корпуса «Б» в корпус «В» разработана зона для коворкинга, индивидуальной работы и отдыха (рис. 7), для этого организованы на втором этаже корпусов «Б» и «В» выходы на новую эксплуатируемую крышу;
- 4) в проекте восстановлена консоль — балконная плита на отметке +3900 в корпусе «В» для создания нового рекреационного пространства на открытом воздухе;
- 5) предусмотрено коммуникационное соединение новых пространств мостовой конструкцией;
- 6) разработан единый дизайн-код в мебели и других малых архитектурных формах.

Современный подход, грамотные технические приемы в организации общественно-коммуникационного пространства были использованы группой студентов в конкурсном проекте (рис. 6—10). Поставленные задачи решены, публичные пространства становятся удобными и комфортными для общения, учебы и отдыха. На основе выполненной работы можно утверждать о том, что необходимо тщательно подходить к каждому аспекту организации и модернизации территорий кампусов [1].



Рис. 6. Фронтальный вид дворового пространства. Проектное предложение благоустройства общественного пространства на внутренней территории ИАиС ВолгГТУ



Рис. 7. Лестница-лекторий на территории корпуса «В»



Рис. 8. Коворкинг-зона на кровле перехода между корпусами



Рис. 9. Горизонтальная коммуникация — мост, соединяющий корпуса вуза

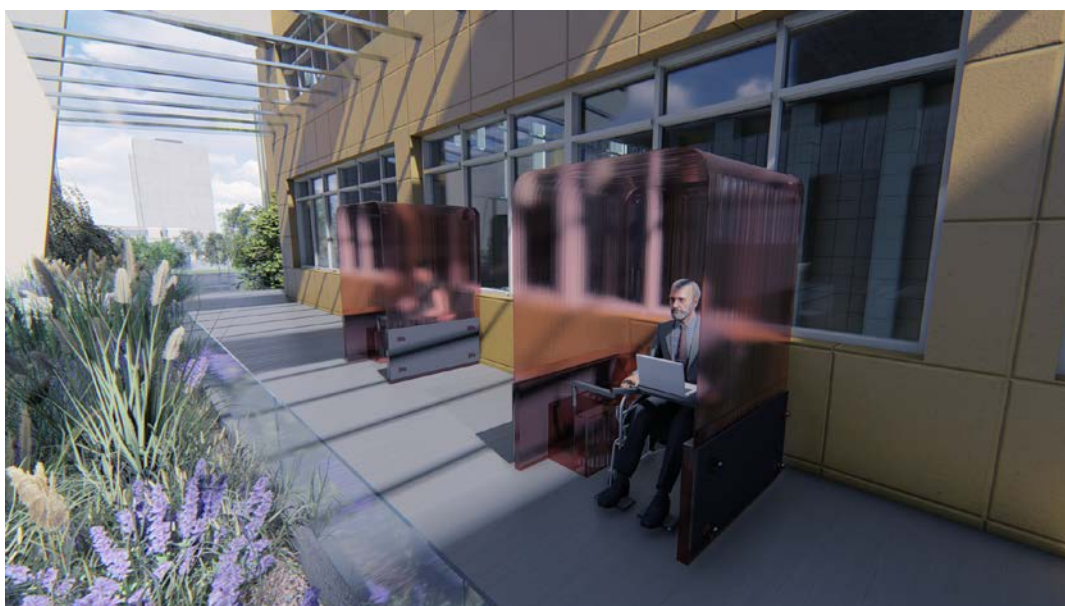


Рис. 10. Элемент инклюзивной мебели, интегрированный в среду кампуса

Библиографический список

1. Моторина Ю. В., Москвин Н. А. Формирование пространства университетских кампусов с целью создания благоприятных условий с учетом современных требований и развития в структуре города // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Агронимия и животноводство. 2013. № 5. С. 76—85.

2. Модернизация функционально-пространственной структуры вуза как элемента инновационной образовательной среды / А. А. Толстенева, М. В. Лагунова, А. А. Шкунова и др. // Современные проблемы науки и образования. 2019. № 6.

3. Пучков М. В. Университетский кампус. Принципы создания пространства современных университетских комплексов // Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета. 2011. № 3. С. 79—88.

4. Пучков М. В. Опыт пространственной организации современных университетских комплексов // Университетское управление: практика и анализ. 2011. № 2. С. 30—39.

5. *Палей Е. С.* Типы общественных пространств в современном университетском кампусе // *Architecture and Modern Information Technologies*. 2016. № 2(35). С. 5.
6. *Bindels E.* Campus and the City: Urban Design for the Knowledge Society. GTA Verlag, 2007.
7. *Лау С. Ю., Гоу З., Лю Ю.* Здоровый кампус с помощью дизайна открытого пространства: подходы и рекомендации // *Границы архитектурных исследований*. 2014. № 4. С. 452—467.
8. *Пучков М. В.* Архитектурная идентичность организации: пространственные схемы кампусов // *Архитектон: известия вузов*. 2012. № 2.
9. *Палей Е. С.* Озелененные общественные пространства в композиции современных университетских кампусов Европы // *Academia. Архитектура и строительство*. 2017. № 4. С. 55—61.
10. *Stephen A. Kliment.* Building type basics for College and University Facilities. Editios: David J. Neuman. London : KAIA, 2009. 300 p.
11. *Эль-Дарвиш И. И.* Улучшение дизайна кампуса на открытом воздухе за счет использования теории синтаксиса пространства для мест социального взаимодействия // *Инженерный журнал Айн Шамс*. 2022. № 1.
12. *Геллар Н.* Принципы универсального дизайна в повседневно используемых продуктах. Режим доступа: // [ux.pub](#).
13. *Зима А. Г.* Проблема адаптации архитектурной среды под нужды маломобильных групп населения и понятие универсального дизайна // *Оригинальные исследования*. 2020. Т. 10. № 5. С. 268—275.
14. Построение доступного и инклюзивного города / *Р. Такер, П. Фроули, Д. Келли и др.* // *Поддержание социальной интеграции*. Routledge, 2020. С. 291—303.
15. Руководство по созданию общественных пространств университетов [Электронный ресурс]. URL: https://100gorodov.ru/attachments/1/df/53befa-43f9-4d41-9e92-94c320ec0bb2/rukovodstvo_site_a5.pdf (дата обращения: 19.12.2022).
16. ArchDaily [Электронный ресурс] // *Rodda Lane Intervention / Sibling Architecture*. URL: <https://www.archdaily.com/968590/rodde-lane-sibling-architecture>.
17. *Mukhtarovna K. M., Ivanovich S. K., Tuleukhanovich B. B.* Theoretical model of a barrier-free urban environment framework for low-mobility population groups at all urban planning levels // *Наука и образование сегодня*. 2020. № 4(51). С. 69—75.
18. Руководство по плейсмейкингу [Электронный ресурс]. URL: [/https://txtl.space/pages/04.journal/04.sdelano-gorozhanami/sdelano-gorozhanami.pdf](https://txtl.space/pages/04.journal/04.sdelano-gorozhanami/sdelano-gorozhanami.pdf) (дата обращения: 19.12.2022).
19. *Иванова Н. В., Антонова Н. Н.* Актуальные направления ландшафтно-архитектурного формирования образовательной среды университетов // *Новые идеи нового века-2014 : материалы XIV Междунар. науч. конф. : в 3 т., Хабаровск, 2014 г. Хабаровск : Изд-во ТГОУ, 2014. Т. 2. С. 59—65.*
20. *Орлова М. Ю., Корси В. Е., Бродач М. М.* Проектирование студенческих кампусов. Энергоэффективность и экологичность // *Здания высоких технологий*. 2018. № 4. С. 36—43.
21. *Палей Е. С.* Атриумные общественные пространства в современных университетских кампусах Европы // *Architecture and Modern Information Technologies*. 2017. № 2(39). С. 160—176.
22. ArchDaily [Электронный ресурс] // *Manchester School of Art / Feilden Clegg Bradley Studios*. URL: <https://www.archdaily.com/458040/manchester-school-of-art-feilden-clegg-bradley-studios> (дата обращения: 19.12.2022).
23. Официальный сайт мэра Москвы [Электронный ресурс] // *Новый корпус Высшей школы экономики*. URL: <https://www.mos.ru/mayor/themes/1299/5884050/> (дата обращения: 19.12.2022).

24. 10 лучших общественных пространств [Электронный ресурс]. URL: <https://24warez.ru/main/photo/1157486605-10-luchshih-obschestvennyh-pros.html> (дата обращения: 19.12.2022).

25. Leuphana.de [Электронный ресурс] // Architektur campus leuphana / Studentische ideen für lernorte auf dem campus. URL: https://www.leuphana.de/fileadmin/user_upload/Forschungseinrichtungen/ifsk/personen/kirschner_ursula/files/Architektur_Campus_Leuphana.pdf (дата обращения: 19.12.2022).

26. Проект «Россия» [Электронный ресурс] // Общественное пространство «Активируй кампус» в Москве. URL: <https://prorus.ru/projects/obshchestvennoe-prostranstvo-aktiviruj-kampus/> (дата обращения: 19.12.2022).

27. *Гороховская Л. Г., Антонова А. А.* «Дружелюбная среда» новых публичных пространств: на примере университетского кампуса // Научно-методический электронный журнал «Концепт». 2015. Т. 13. С. 3131—3135.

М. С. Вогель

Научный руководитель — Г. А. Птичникова

*Волгоградский государственный технический университет,
Волгоград, Российская Федерация*

ФУНКЦИОНАЛЬНО-ПЛАНИРОВОЧНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ МАЛЫХ УНИВЕРСИТЕТСКИХ БОТАНИЧЕСКИХ САДОВ

Рассматриваются особенности функционально-планировочной и ландшафтно-архитектурной организации малых ботанических садов при университетах. Автор определяет основные зоны ботанических садов: экспозиционная, научно-экспериментальная, учебная, зона питомника, оранжереи, дорожно-тропиночная сеть, хозяйственная и зона обслуживания. В качестве примера анализируется планировочная структура и функциональное зонирование Ботанического сада Волгоградского социально-педагогического университета в Волгограде.

Ключевые слова: университетский ботанический сад, планировка, функциональные зоны, зонирование, ландшафтная организация.

Живое общение с природой нередко ограничено в условиях возрастающей урбанизации. В этой ситуации ботанические сады могут выступать в роли посредника между природой и обществом и активно участвовать в формировании общественного самосознания и мировоззрения человека.

В целом, ботанический сад можно определить как объект озеленения, предназначенный для научно-исследовательской работы в области ботаники, интродукции, декоративного садоводства. Одновременно такой сад может служить местом отдыха городского населения [1].

Основная задача университетских ботанических садов — обеспечение образовательного процесса, но наряду с проведением учебно-воспитательной и научно-исследовательской работы ботанические сады занимаются популяризацией знаний о ботанике и ландшафтного образования среди населения, а также могут служить и целям рекреации.

Целью настоящей статьи является раскрытие особенностей функционально-планировочной организации малых университетских садов на примере Ботанического сада Волгоградского социально-педагогического университета (ВГСПУ) в Волгограде.

Требования по функциональному зонированию территории ботанических садов установлены в федеральном законе от 14.03.1995 № 33-ФЗ (ред. от 01.05.2022) «Об особо охраняемых природных территориях». В статье 29 данного закона «Режим особой охраны территорий дендрологических парков и ботанических садов» указано:

«Территории дендрологических парков и ботанических садов могут быть разделены на различные функциональные зоны, в том числе:

а) экспозиционную, посещение которой разрешается в порядке, определенном соответствующими органами и учреждениями, осуществляющими управление дендрологическими парками или ботаническими садами;

б) научно-экспериментальную, доступ в которую имеют только научные сотрудники дендрологических парков или ботанических садов, а также специалисты других научно-исследовательских учреждений;

в) административную» [4].

Четкого документа по зонированию и проектированию ботанических садов в России не существует. Поэтому определение особенностей функционально-планировочной структуры университетских ботанических садов является актуальной проблемой в ландшафтно-градостроительной деятельности.

Функциональное зонирование и архитектурно-планировочная структура ботанического сада связаны со специализацией по преимущественному профилю деятельности. Однако при любом сочетании функциональных зон ботанический сад есть и остается научным учреждением.

Как правило, территория ботанического сада подразделяется на следующие зоны: зону ботанических экспозиций, парковую зону, зону для экспериментальных работ — участки экспериментальной интродукции, селекционные участки, опытные лабораторные участки; зону питомника и оранжерей, тепличного хозяйства, хозяйственную и зону обслуживания.

Ботанический сад — это своего рода выставка растений. Одной из главных планировочных зон является экспозиционная зона, где должны быть представлены интересные достижения современной ботанической науки в области растениеводства, интродукции, селекции, садово-паркового искусства, охраны природы и применение новых устойчивых и декоративных видов растений в озеленении городов. Зона занимает обычно около 50...70 % общей территории.

Центром композиции ботанического сада могут быть комплекс сооружений; входная площадь с партером (цветы, водоем, фонтан); водоем, каменистый сад; розарий, т. е. парадно решенный парковый ландшафт [3].

Если на территории отсутствуют выразительный рельеф, водоемы естественного происхождения, насаждения в различных почвенных условиях, то такие типы ландшафта можно создать искусственно.

Основным архитектурно-планировочным центром крупного ботанического сада является комплекс сооружений круглогодичного посещения, включающий экспозиционные и фондовые оранжереи, музей с лекторием, административное здание, лаборатории с экспериментальными оранжереями, библиотеку-гербарий [2].

Объектом нашего анализа являются университетские ботанические сады, которые имеют свои особенности, отличающие их от традиционных ботанических садов. Главной особенностью деятельности университетских ботанических садов являются дополнительные функции: учебно-воспитательная работа со студентами, экологическое воспитание и просвещение городского населения.

В этой связи рассмотрим планировочную структуру и функциональные зоны на примере Ботанического сада Волгоградского государственного социально-педагогического университета.

Университетский ботанический сад (УБС) был создан в 1999 году и стал первым садом при университете в Волгоградской области. Сад является учебно-научным подразделением университета и ставит своей целью создание коллекции растений, необходимой для осуществления всех видов учебной деятельности и организации научной, научно-производственной, научно-просветительской и популяризаторской работы в области биологии, декоративного растениеводства и ландшафтной архитектуры.

Ботанический сад располагается в центре города и имеет площадь около 0,5 га. Иными словами, его можно отнести к малым университетским ботаническим садам. УБС состоит из двух участков: первый участок имеет регулярную планировку с водоемами; второй участок выполнен в пейзажном стиле с искусственным прудом. Рассмотрим и проанализируем планировку и функциональные зоны этих участков.

Первый участок по периметру окружен стенами здания университета и имеет площадь открытого грунта 989 м², из которых 88 м² закрытого грунта занимают оранжерея и опытные лабораторные участки, в которых хранится семенной фонд и растения закрытого грунта. Оранжерея закрыта для посетителей и предназначена для учебно-научной деятельности (рис. 1).



Рис. 1. Схема первого участка Ботанического сада ВГСПУ, Волгоград

Данный участок проектировался как водный сад. В нем расположен большой водоем с экспозицией водных растений и рыбами, площадью 22,5 м²; два других водоема площадью 6 и 6,5 м² с водными растениями. Также представлены 9 водоемов площадью 2,1 м², расположенных на одной площадке. Экспозиция водных растений составляет 71 м². Водные экспозиции представлены кувшинками разных видов (рис. 2).



Рис. 2. Экспозиция водных растений

Основная и главная задача университетского ботанического сада — это учебная и научная деятельность. Поэтому на первом участке организованы три площадки для проведения учебных занятий и экскурсий, площадью 54 м².

На первом участке представлены экспозиции злаковых (овсяницы, пеннисетум, осоки, мискантус, ковыль), колокольчиков, магнолий (звездчатая, Суланжа), первоцветов (крокусы, гиацинты, нарциссы), хризантем, гортензий, хост, экспозиция юкк, декоративно-лиственных (барбарисы, пузыреплодники, самшиты) и декоративно-цветущих кустарников. Также здесь имеются древесные насаждения: клен японский, клен остролистный колонновидный, лириодендрон, березы карликовые, ива, церцис европейский, яблоня Недзвецкого, сакуры, рябина, ель обыкновенная (стриженной квадратной формы). Ботанические экспозиции открытого грунта занимают площадь 356 м².

Дорожка по периметру ботанического сада используется как контейнерная площадка-питомник.

Проанализировав планировку первого участка ботанического сада, были выделены следующие функциональные зоны:

1) экспозиционная, состоящая из экспозиции водных растений и экспозиций открытого грунта, — 427 м²;

2) научно-экспериментальная, состоящая из опытно-лабораторных участков и оранжереи закрытого грунта, — 88 м²;

3) зона питомника — 242 м².

На диаграмме сравнения функциональных зон сада в процентном соотношении видно, что 43 % занимает экспозиционная зона, 24 % — зона питомника и 9 % — научно-экспериментальная (рис. 3).



Рис. 3. Функциональное зонирование первого участка УБС в процентном соотношении

Второй участок университетского ботанического сада, больший по территории, имеет площадь 2903 м². Функционально-планировочная структура этого участка формирует систему сменяемых ландшафтных композиций в стиле пейзажного садово-паркового искусства. Территория делится на верхнюю и нижнюю террасы. На верхней террасе ботанического сада располагается экспозиция «Теневой сад», в котором представлена коллекция теневыносливых растений, таких как медуница сахарная, копытень европейский, гейхеры, черемица, морозник кавказский и другие, а также пихты, лиственницы, можжевельники, туи, лещина краснолистная. Кроме тематической экспозиции «Теневой сад» имеются также две зоны: «Японский сад» и «Водные и околводные растения». Создано несколько рокариев и миксбордеров разной тематики (с суккулентами, почвопокровными малораспространенными многолетниками, др.).

Территория экспозиции «Японский сад» включает в себя крупные деревья: лиственницы японские, аралия манчжурская, гинкго двулопастное, падуб, пихты, буки; кустарники: дерен белый, керрия японская, барбарис Тунберга, тис ягодный, туевик, различные туи и можжевельники (рис. 4).



Рис. 4. Схема второго участка Ботанического сада ВГСПУ, Волгоград

На территории второго участка созданы экспозиции степной флоры, рокарии с чабрецом, флоксами и гвоздиками, а также с различными суккулентами: очитками и молодилам; опунциями, стелющимися можжевельниками, карликовыми туями и елями. На верхней террасе представлены экспозиции из хвойных растений, краснокнижных травянистых растений, розарий и экспозиция ирисов (рис. 5).



Рис. 5. Экспозиция с суккулентами

В искусственном водоеме, площадью 55 м², нижней террасы экспозиции «Водные и околоводные растения» произрастают розовые кувшинки Лейдекера, водокрас, сальвиния (водный папоротник), рдесты, ряски, ситники, осоки, камыш и рогоз. По береговой линии водоема растет хвощ, страусник обыкновенный, ирис болотный и ирис сибирский, ландыши. Также там произрастают липы, березы, рябины, яблони Недзвецкого и многое другое (рис. 6).

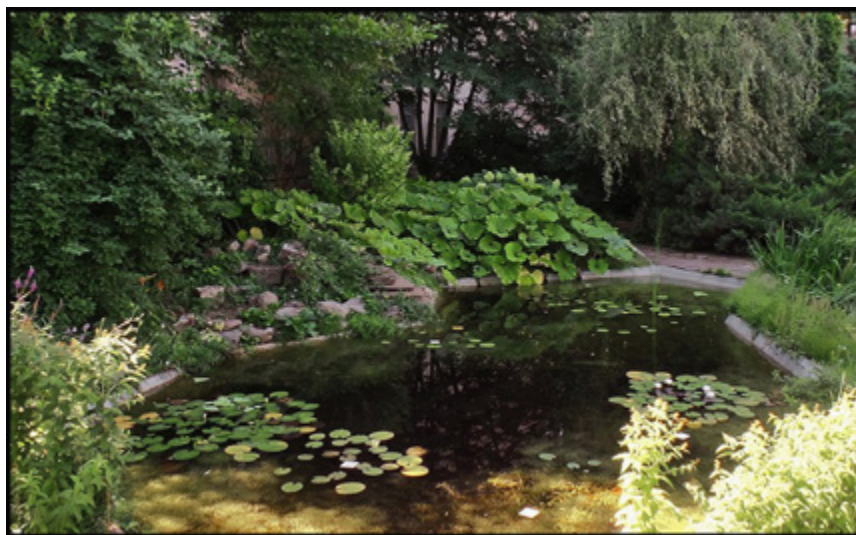


Рис. 6. Экспозиция «Водные и околоводные растения»

С западной стороны участка располагается розарий и экспозиция с декоративно-лиственными кустарниками, лилиями и пионами. В северной и северо-западных частях сада находится зона питомника и хранения контейнерных растений, а также зоны экспериментальных работ, опытные лабораторные участки и теплицы открытого грунта. В этих зонах располагаются хозяйственная зона и зона обслуживания, которые из-за недостатка места объединены. Зоны отвечают за содержание коллекций, пополнение и восстановление ассортимента, выращивание рассады на продажу и замену выпавших растений.

Ботанический сад открыт для свободного посещения и экскурсий, вход которого находится с восточной стороны участка. Там организована крытая площадка с посадочными местами для проведения различных мероприятий, лекций и учебных занятий.

Дорожно-тропиночная сеть второго участка ботанического сада выполнена в свободной, нерегулярной, природной форме в большей части территории, но есть и широкий служебный проезд.

Рассмотрев планировку второго участка университетского ботанического сада, были выделены следующие функциональные зоны:

1) экспозиционная, состоящая из экспозиции водных и околоводных растений, экспозиции «Теневой сад» и «Японский сад», экспозиций открытого грунта — 1436 м²;

2) научно-экспериментальная, состоящая из опытно-лабораторных участков и теплиц открытого грунта, 164 м²;

- 3) зона питомника — 217 м²;
- 4) зона для проведения мероприятий — 188 м²;
- 5) хозяйственная зона — 86 м².

Анализируя функциональные зоны второго участка ботанического сада в процентном соотношении видно, что 49 % занимает экспозиционная зона, 7 % — зона питомника и по 6 % научно-экспериментальная и зона для мероприятий (рис. 7).

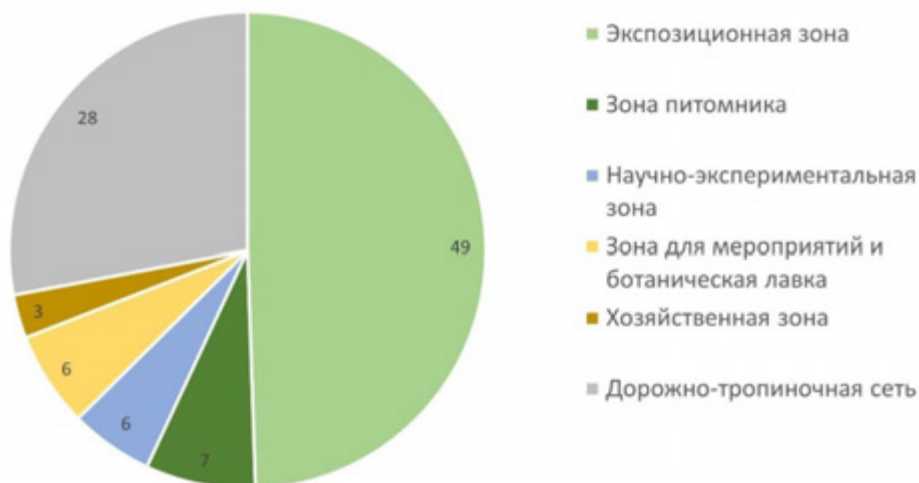


Рис. 7. Функциональное зонирование второго участка УБС в процентном соотношении

Проанализировав планировку и функциональные зоны двух участков сада, можем сделать вывод, что наибольшую площадь ботанического сада занимает экспозиционная зона — 48 %. Зона питомника и площадка для контейнерных растений составляет 12 % сада. Научно-экспериментальная зона с теплицами, оранжереями закрытого грунта и опытными лабораторными участками занимает 6 %. Под зону для мероприятий и ботаническую лавку отведено 5 %. Хозяйственная зона занимает 2 %. Дорожно-тропиночная сеть составляет почти четверть территории — 27 % (рис. 8).

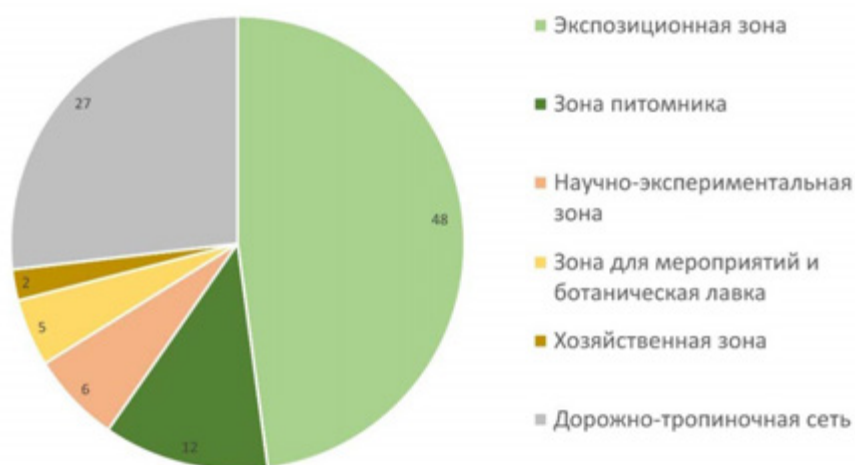


Рис. 8. Функциональное зонирование Ботанического сада ВГСПУ в процентном соотношении

Заключение

В заключении можно сделать вывод, что малый УБС организуется как единая ботаническая экспозиция. Вместе с тем общее пространство сада может быть разделено на отдельные участки, представляющие разные планировочные структуры, как, например, в саду ВГСПУ — участок с регулярной планировкой и участок с пейзажно-ландшафтной свободной планировкой. Организация полноценного восприятия ландшафтных композиций разных участков в процессе движения разрабатывается в соответствии с выделенными доминантами и акцентами в тех или иных функциональных зонах, начальными и завершающими темами, обеспечивающими логическую законченность маршрутов, необходимостью создания замкнутого маршрута разных уровней, возможностью последовательного и выборочного осмотра, демонстрацию смены пейзажей по сезонам.

Функционально-планировочные особенности малых ботанических садов заключаются в том, что, наряду с традиционными зонами экспозиции (около 50 % территории) и питомника, здесь развиты зоны научно-экспериментальная, учебная (около 6...10 %) и дорожно-тропиночная сеть (20...25 %). Это объясняется, с одной стороны, главной целью университетского сада — осуществлением учебной и научной деятельности, а также необходимостью проведения экскурсий как для студентов, так и для широких групп городского населения.

Библиографический список

1. *Горохов В. А.* Городское зеленое строительство : учеб. пособие для вузов. М. : Стройиздат, 1991. 416 с.
2. *Сафин Р. Р., Белякова, Е. А., Кайнов П. А.* Градостроительство с основами архитектуры. Казань : Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2009. 119 с.
3. *Теодоронский В. С., Боговая И. О.* Объекты ландшафтной архитектуры : учеб. пособие. М. : ГОУ ВПО МГУЛ, 2008. 210 с.
4. Об особо охраняемых природных территориях : Федеральный закон от 14.03.1995 № 33-ФЗ (с изменениями на 1 мая 2022 года). М., 1995.

А. Д. Голодова, И. А. Михеева, Е. Р. Речкунова

*Волгоградский государственный университет,
Волгоград, Российская Федерация*

ГЕТТОИЗАЦИЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ ГОРОДОВ: КЕЙС ВОЛГОГРАДА

Рассматриваются процессы геттоизации отдельных районов Волгограда (Бекетовка и Нижний Тракторный микрорайоны). Были выделены характерные черты гетто-районов, особенности их формирования и характер связей внутри сообщества. При изучении данной темы и написания статьи были изучены концепции Луиса Вирта, исторические архивы Волгограда, а также в ходе исследования нами был проведен социологический опрос, результаты которого отображали действительную картину такого феномена, как гетто. Целью нашего исследования стал поиск ответа на вопрос: «Являются ли выбранные нами микрорайоны геттоизированными территориями?».

Ключевые слова: гетто, идентичность, сообщество, внешние связи, промышленные районы.

В процессе исследования проблемы геттоизации отдельных районов Волгограда использовались методы логического анализа, социологическое наблюдение, метод анкетного опроса.

Что такое гетто? Гетто — это слово каждый из нас слышал хотя бы однажды или использовал для описания того или иного пространства.

В привычном для нас смысле гетто — это беднейшие городские кварталы с высокой степенью преступности, мусором и заброшенными зданиями.

Но в своем первоначальном значении гетто — это городские кварталы (как правило, огороженные). Гетто предназначались для изоляции евреев — они не только отделяли еврейские общины от нееврейского населения, но и разрушали связи между самими еврейскими общинами.

Американский социолог Луис Вирт писал о гетто как давнем явлении: «Гетто существовали задолго до того, как были обозначены специальным названием». Термин появился в эпоху Средневековья в Европе, означая название районов городов, в которых проживали евреи. Изначально гетто создавалось как закрытое сообщество для «своих»: «Гетто было не продуктом чьего-либо умысла, а невольной кристаллизацией потребностей и практик, укорененных в религиозных и светских обычаях и наследиях самих евреев». Позже гетто прочно укоренилось и стало принудительным. Факторы, побуждавшие евреев к основанию локально обособленных сообществ, крылись в самих еврейских традициях, их привычках и обрядах.

Изолированное сообщество, по предположениям Вирта, давало евреям наилучшие возможности для следования их религиозным предписаниям: приготовление пищи согласно принятому религиозному ритуалу, соблюдение их правил диеты, ежедневное трехразовое посещение синагоги для

молитвы и участие в многочисленных функциях общинной жизни, к которым обязывал каждого члена сообщества религиозный долг.

Гетто — результат попытки людей внешне приспособиться к чужакам, среди которых они теперь живут. Гетто — многогранное явление, рассматривать которое можно по-разному. С одной стороны, оно «форма аккомодации между разными популяционными группами, посредством которой одна группа действительно подчиняется другой», с другой, форма терпимости, благодаря которой устанавливается *modus vivendi* (договоренность, соглашение) между группами, находящимися друг с другом в конфликте по фундаментальным вопросам. Некоторые функции средневекового гетто до сих пор присутствуют в современном его варианте.

Гетто выросло вокруг синагоги — центра локальной и религиозной жизни. Общим элементом было кладбище. Были также школа, скотобойня, пекарня. С биологической точки зрения гетто было близкородственным, самовоспроизводящимся сообществом, те, кто вступал в смешанный брак, был потерян для сообщества. Гетто продолжало существовать, так как невидимая стена изоляции сохранялась, а гетто превратилось в особый институт. Оно продолжает существовать, но превращается в неявное сообщество, так как в некоторых странах гетто дезинтегрировалось. В Чикагском гетто теперь живут не только евреи, а все иммигранты, и оно превратилось в трущобу большого города. Происходит изменение и обветшание гетто, дети иммигрантов бегут отсюда в поисках лучшей жизни. Гетто сохраняется вопреки попыткам убежать, его ядро — это символ общинной жизни. Гетто — это не только экологический, но и социально-психологический феномен. «Гетто — не только физический факт; это еще и состояние духа», — пишет Луис Вирт.

Известный ученый, Мануэль Кастельс, подчеркивает, что в современном мире город превращается в пространство для воспроизводства трудовых ресурсов. Это влечет за собой перенаселенность городов и рост социального отчуждения. Ухудшается экологическая ситуация, но компаниям, осуществляющим застройку городских районов, до этих проблем совершенно нет дела. Формируются целые массивы современных гетто, где жилье относительно дешево, поэтому их стремительно заселяют наиболее обездоленные категории — мигранты, малообеспеченная молодежь, маргиналы.

Выбранные нами территории для исследования имеют общие признаки: это рабочие поселки при крупных промышленных предприятиях, в настоящее время уже не функционирующих.

Накануне Великой Отечественной войны Сталинград был одним из важнейших промышленных центров Советского Союза. К началу войны в городе работало 126 промышленных предприятий, в числе которых более пятидесяти заводов и фабрик союзного и республиканского значения. Более 2/3 промышленного потенциала города приходилось на три наиболее крупных завода — Сталинградский тракторный, «Баррикады», «Красный Октябрь». Здесь же трудились почти 70 % всех сталинградских рабочих. В 1940 году по объему производства Сталинград входил в десятку самых

развитых городов СССР. В настоящее время прежде процветающий Тракторозаводский поселок, где селились рабочие с семьями, место жительства стариков и молодежи, которые не могут покинуть это место в силу крайней бедности или отсутствия желания.

Используя концепцию Луиса Вирта, мы рассматриваем современное гетто как обособленный район города, характеризующийся замкнутостью сообщества, высоким уровнем солидарности, близкородственными связями, добрососедскими отношениями, низким уровнем безопасности, слабой инфраструктурой.

Волгоград — промышленный город, его основу составляли крупные заводы, расположенные вдоль Волги. Именно благодаря существованию таких заводов, вокруг которых создаются промышленные районы, населенные рабочими, и образуются геттоизированные территории.

Осенью 2022 года при непосредственном участии авторов данной статьи проведено социологическое исследование, в рамках которого были рассмотрены два микрорайона Волгограда: Бекетовка и Нижний Тракторный. Целью нашего исследования стал поиск ответа на вопрос: «Являются ли выбранные нами микрорайоны геттоизированными территориями?». Чтобы ответить на поставленный нами вопрос, мы провели опрос жителей микрорайонов Бекетовка и Нижний Тракторный. Основной задачей опроса было выявление типов связей, характера связи и определение границ как внутри (солидарность, идентичность, степень доверия соседям, сохранение обычаев и т. д), так и снаружи (тип и сила внешних связей). Сбор данных проводился методом анкетирования, было опрошено 42 человека.

Средний период проживания на данных территориях составляет 20 лет и более. Опрошенные отмечают очень хорошие отношения с соседями (7—10 баллов по 10-балльной шкале), также частое обращение за помощью к соседям (закупка продуктов, уход за детьми и др.). Помимо этого, высокую степень доверия подтверждает устоявшаяся практика оставлять детей под присмотром соседей. Можно отметить высокое чувство солидарности, которое выражается в совместной работе над общими жилищными проблемами. На вопрос «Решаете ли Вы с соседями какие-либо проблемы по поводу подъезда/дома/двора?» 70 % респондентов выбрали вариант «да». Что касается безопасности в микрорайонах, то респонденты заявляют о достаточно низком уровне (в среднем 3—5 баллов по 10-балльной шкале). Однако отношение к своему району у опрошенных очень хорошее (8—10 баллов по 10-балльной шкале), что показывает высокий уровень гордости за свой район. Это подтверждает и наличие локальных историй о местных жителях, которыми гордятся люди. То, что эти истории знают только те, кто проживают в данном микрорайоне, указывает нам на закрытость условного сообщества. Что касается внешних связей, то они развиты довольно слабо. Респонденты покидают границы своего микрорайона в основном в целях работы или учебы, предпочитая местные зоны для отдыха и досуга. Из-за недостаточной развитости внутренней инфраструктуры, опрошенные часто покупают

продукты и другие товары в других более развитых районах, расположенных ближе к центру города.

В ходе исследования удалось ответить на поставленный нами вопрос и выявить особый вид связи, который присущ геттоизированным районам. Результаты исследования показывают, что рассмотренные нами районы действительно включены в процесс геттоизации.

По результатам исследования мы сделали вывод, что микрорайоны Бекетовка и Нижний Тракторный являются геттоизированными, так как внутренние связи среди населения имеют характерные признаки.

Для профилактики геттоизации необходимо обратить внимание на проблемные районы, своевременно и соразмерно их развивать, наращивая инфраструктуру внутри района и улучшая транспортную доступность. Также нужна своевременная реорганизация ветхого и аварийного жилья. В этом может помочь запрет на уплотнение застройки на территориях, уже склонных к превращению в гетто.

Библиографический список

1. Николаев В. Г. Чикагская школа социологии. Сборник переводов. М. : ИНИОН РАН, 2015. 430 с.
2. Блокнот Волгоград : сайт. URL: <https://bloknot-volgograd.ru/news/stalingrad-vse-dlya-fronta-vse-dlya-pobedy-967492> (дата обращения: 04.12.2022).

Н. В. Коростелева, Т. Д. Тришина

*Волгоградский государственный технический университет,
Волгоград, Российская Федерация*

ВИЗУАЛЬНАЯ СРЕДА КАК ВАЖНЫЙ ФАКТОР ЭКОЛОГИЧЕСКОГО КОМФОРТА В ГОРОДАХ

Рассмотрены основные проблемы видеоэкологии городской среды, выявлено ее влияние на состояние здоровья человека. В качестве примера проведен анализ состояния визуальной среды Ворошиловского района Волгограда, даны рекомендации по созданию визуально комфортной городской среды.

Ключевые слова: видеоэкология, комфортная городская среда, визуальная среда, экологический комфорт, визуальное качество городской среды.

В настоящее время формирование комфортной городской среды приобретает особое социально-экономическое значение и выдвигается в число приоритетных масштабных государственных программ [1—3].

Сложившееся к настоящему времени низкое качество городской среды в большинстве поселений Российской Федерации обусловлено рядом объективных и субъективных причин. Они, как правило, связаны с ограниченностью средств местных и региональных бюджетов, выделяемых на цели благоустройства, их нецелевым использованием и особенно варварским отношением самих жителей к объектам благоустройства. В связи с чем происходит фактическая деградация и развал ранее созданной системы благоустройства большинства городских поселений [4, 5].

С 2017 года по инициативе президента РФ В. В. Путина началась реализация приоритетного государственного проекта по формированию комфортной городской среды, который должен переломить негативные тенденции по развитию городской среды.

Как уже отмечалось, сегодня далеко не каждый город Российской Федерации удобен для проживания. При этом многие моменты очень индивидуальны, кому-то в первую очередь важно наличие достаточного количества зеленых насаждений, кому-то — развитая сеть социальной инфраструктуры, а другим — хорошие улицы и дороги. Но в целом, правила, по которым происходит формирование комфортной городской среды, схожи. К ним, как правило, относятся:

1) высокий уровень коммунально-бытового обслуживания населения (централизованное горячее и холодное водоснабжение, отопление, электрификация и удаления твердых коммунальных отходов);

2) удобная сеть транспортной инфраструктуры (наличие в населенном пункте нескольких видов общественного транспорта, организация удобных пересадочных узлов, хорошее состояние транспортно-пешеходной сети, наличие велодорожек и т. п.);

3) создание доступной городской среды для маломобильных групп населения;

4) грамотное территориальное деление города, при котором минимизируется маятниковая миграция горожан, которое может быть достигнуто продуманной организацией жизненного пространства и оптимальной плотностью населения;

5) возможность удовлетворить социальные, культурные, образовательные и рекреационные потребности горожан, что достигается грамотным распределением по территории города достаточного количества зон отдыха, объектов культуры, образования и других необходимых учреждений;

б) адекватный уровень экологического комфорта городской среды.

В данной работе уделим более пристальное внимание экологической комфортности городской среды.

Экологическая комфортность — мера субъективного чувства и объективного состояния благополучия, формируемых под влиянием совокупности различных условий наиболее благоприятных для жизни и хозяйственной деятельности населения, проживающего на определенной территории, при этом совокупность условий, благоприятных для жизни, формирует экологическую комфортность, а благоприятных для хозяйственной деятельности — социальную комфортность проживания [6].

При определении понятия экологического комфорта учитывается совокупность ряда условий, которые удовлетворяют основные физиологические потребности проживающего на исследуемой территории населения. К ним относятся природно-климатические, геолого-геоморфологические, ландшафтные условия, экологическая обстановка и т. п.

Изучение социальной комфортности, в свою очередь, подразумевает оценку разнообразных природных, социальных и экономических факторов, которые, прежде всего, влияют на хозяйственную деятельность населения. К ним можно отнести развитость сферы обслуживания, степень освоенности территорий, наличие определенных природных ресурсов, транспортная доступность и т. п.

Среди значительного многообразия экологических проблем городов, таких как загрязнение воды, воздуха, повышение уровня шума и радиации, особое место занимает визуальная среда — окружающая среда, которую человек воспринимает через органы зрения.

Визуальная среда, характер и состав насыщающих ее зрительных элементов оказывают сильное воздействие на психофизиологическое состояние человека, находящегося в современном городе, формируют пространственно-планировочную среду жизнедеятельности человека и являются экологическим фактором, во многом определяющим интегральный показатель благополучия человека.

Городская среда, насыщенная разнообразными визуальными характеристиками, способна в определенной мере минимизировать отрицательное влияние других негативных факторов, воздействие которых иногда очень проблематично уменьшить.

С каждым годом визуальное качество городской среды стремительно ухудшается. Это вызвано рядом причин:

во-первых, применением новых строительных материалов в градостроительстве;

во-вторых, повышением высотности застройки, что приводит к нарушению масштабности зданий и окружающего ландшафта;

в-третьих, уменьшением площадей озелененных пространств и т. п.

На сегодняшний день городская среда, как правило, перенасыщена однородными (однородность видимых элементов) и агрессивными (большое количество одинаковых элементов) видимыми полями, что вызывает психологический дискомфорт у человека. К основным признакам эстетического «загрязнения» современных городов можно отнести:

- 1) однородную, монохромную и монотонную архитектурную среду;
- 2) невыразительность зданий;
- 3) нарушение масштабности и симметрии в фасадах зданий, дисгармоничную непропорциональность объемов;
- 4) возведение немасштабных ландшафту зданий;
- 5) отсутствие композиционного и гармоничного единства с природной средой;
- 5) образование крупномасштабных агрессивных сред и локальных полей визуального дискомфорта [7].

Визуально комфортной средой считается среда со значительным разнообразием элементов в окружающем пространстве. К основным критериям комфортности можно отнести:

1. Наличие благоприятной цветовой и световой палитры. Гармоничная цветовая палитра создает психофизиологический комфорт и обогащает визуальную среду города.

2. Достаточное количество зеленых насаждений и степень их внедренности в городскую среду. Озеленение и различные природные элементы (вода, камень и т. д.) позволяют улучшать не только визуальное, но и экологическое состояние городской среды.

3. Наличие декоративных элементов на зданиях, необычных форм, ломаных линий и т. д. Данные элементы создают комфортную среду для человеческого глаза.

4. Видоизменение визуальной среды в течение времени. Например, смена цветения и колорита растительности будут создавать разнообразную визуальную среду.

5. Количество и вид рекламы, витрин. Большое количество рекламных вывесок способствует созданию агрессивного видеополя, что ухудшает визуальную среду. Зрительная составляющая рекламы также очень важна. Для того чтобы снизить влияние агрессивного поля, дизайнеру следует учитывать расположение и окружающие элементы рекламы [8].

В качестве примера рассмотрим визуальную среду одного из районов Волгограда. Свое внимание остановим на Ворошиловском районе, так как по

плотности населения Волгограда он занимает третье место из 8 районов города и находится рядом с центром города. В районе сконцентрировано большое количество нежилых функций и из-за этого наблюдается большое скопление людей.

Проведя анализ визуальной среды района, можно говорить о том, что в этой области у него масса проблем (рис. 1):

во-первых, отмечается преобладание таких материалов, как бетон, стекло, металл и асфальт;

во-вторых, во внешнем облике наблюдается отсутствие ярких акцентов, использование серых оттенков, прямых линий, фасады содержат ряды однообразных окон, для улиц характерно обилие автомобильного транспорта;

в-третьих, в районе ведется активное строительство различных магазинов, развлекательных центров, ресторанов и т. д., что перенасыщает и поэтому ухудшает состояние визуальной среды.

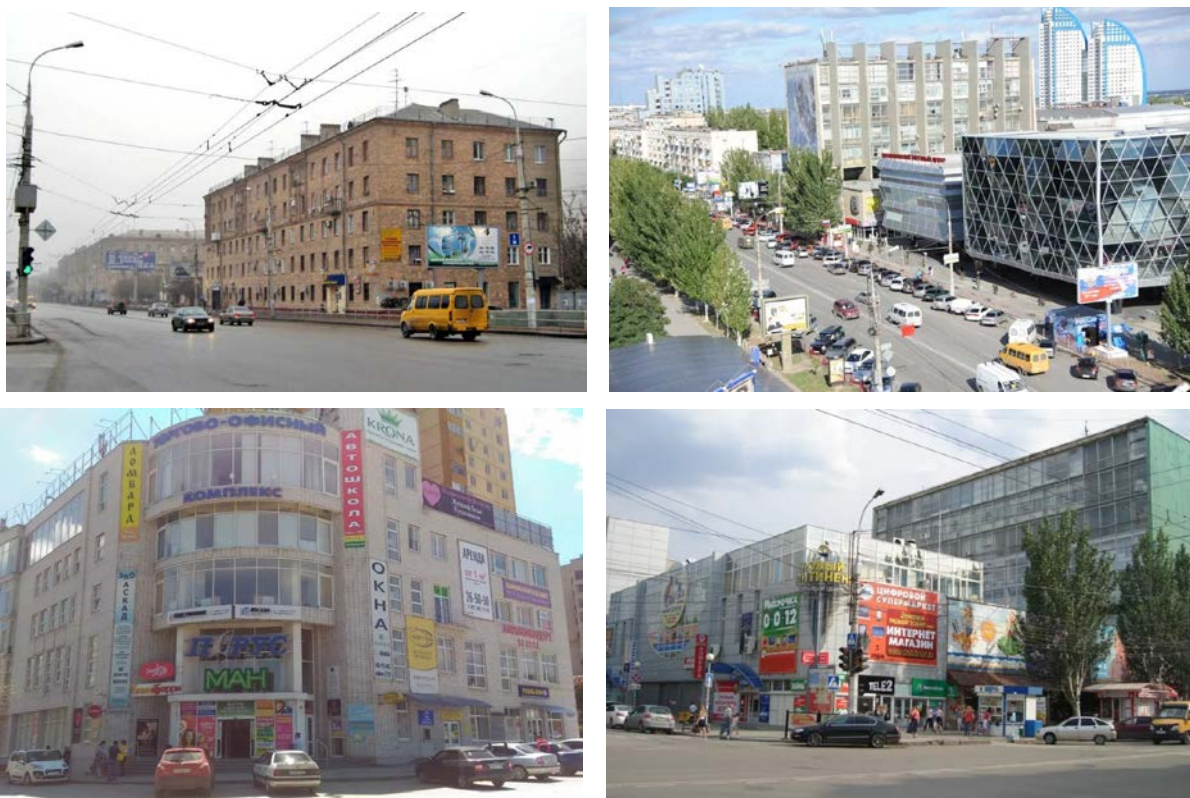


Рис. 1. Визуальный облик Ворошиловского района Волгограда

Чтобы найти решение данной проблемы необходимо разобраться в том, что конкретно приводит к изменению психофизиологического состояния жителей района. Как известно, основное влияние на человека оказывают гомогенные и агрессивные видимые поля. Гомогенные видимые поля формируются совокупностью плоскостей, в которых отсутствуют выраженные элементы либо их количество минимально. Агрессивные видимые поля формируются плоскостями, в которых сосредоточено множество однотипных элементов (шифер, решетки, клетка, кирпичная кладка, автотранспортные потоки и т. д.).

На сегодняшний день в исследуемом районе преобладающим элементом агрессивного видимого поля является поток автомобильного транспорта (рис. 2). Через его территорию движутся очень большие транспортные потоки, на некоторых магистралях интенсивность достигает 3000 авт/ч [9, 10].

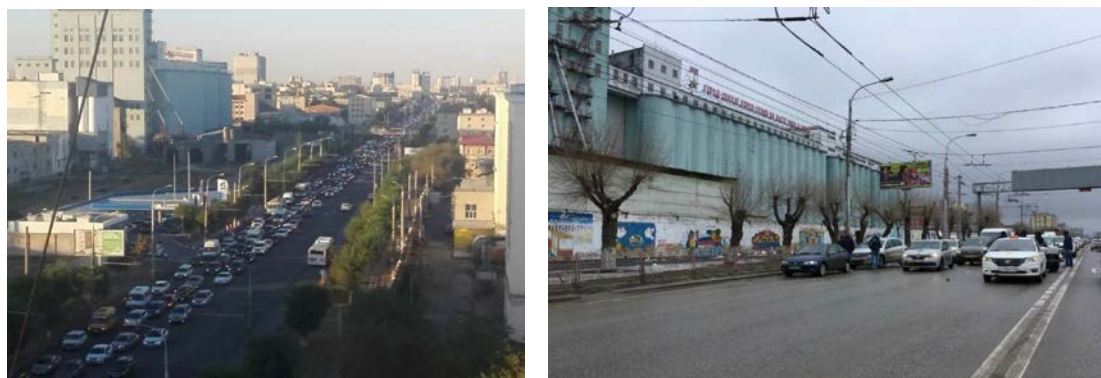


Рис. 2. Транспортные магистрали Ворошиловского района Волгограда с интенсивным движением

Одним из методов улучшения визуальной среды и, как следствие, снижения влияния потока автомобильного транспорта на психофизиологическое состояние человека является увеличение зоны зеленых насаждений у проезжей части. В качестве примера можно привести фото развязки МКАД с Липецкой улицей (рис. 3). На иллюстрации представлены фото развязки без зеленых насаждений и с ними. Несомненно, увеличение зеленых насаждений способствует созданию более благоприятной визуальной среды.



Рис. 3. Сравнение визуального облика развязки с озеленением и без него

Кроме этого, чтобы снизить влияние агрессивного видимого поля необходимо, во-первых, уменьшить количество составляющих его элементов, во-вторых, использовать разнообразные строительные материалы и цветовые решения. Причем именно последнее мероприятие должно стать основным при формировании и реконструкции застройки города. Для этого можно рекомендовать использовать современную подсветку, применять в архитектурных решениях многоярусность объектов, уменьшая площадь плоскостей [11]. В исследуемом районе наблюдаются проблемы в данном вопросе. На его территории лишь несколько объектов имеют интересную подсветку в вечернее время (рис. 4).



Рис. 4. Вечерняя подсветка зданий в Ворошиловском районе Волгограда

Чтобы снизить влияние гомогенного видимого поля, необходимо использовать большее количество декоративных элементов, лепнины, что характерно для застройки прошлых веков. Также необходимо использовать в архитектуре новые формы зданий, избегать прямых линий и углов, использовать природные аналоги в архитектуре. Ворошиловский район в этом плане обладает богатым потенциалом. На его территории расположено значительное число памятников архитектуры и градостроительства (порядка 76 объектов), которые имеют достаточное количество декоративных элементов. Благодаря им, на территории района создается благоприятная, интересная человеческому глазу, визуальная среда. Ярким примером является застройка по ул. Академическая (рис. 5). Данные объекты построены в конце XIX—начале XX века, и в настоящее время находятся в хорошем состоянии и благоприятно воздействуют на визуальную среду, насыщая ее интересными декоративными элементами.



Рис. 5. Здания на ул. Академическая, 1, 3, 4, 6

Помимо этого, благоприятное воздействие на визуальную среду района оказывают здание бывшего совнархоза (площадь Советская), бывшая церковно-приходская школа (ул. Циолковского, 15а), дом грузчиков (ул. Рабоче-Крестьянская, 22), купеческий дом (ул. Огарева, 6) (рис. 6).

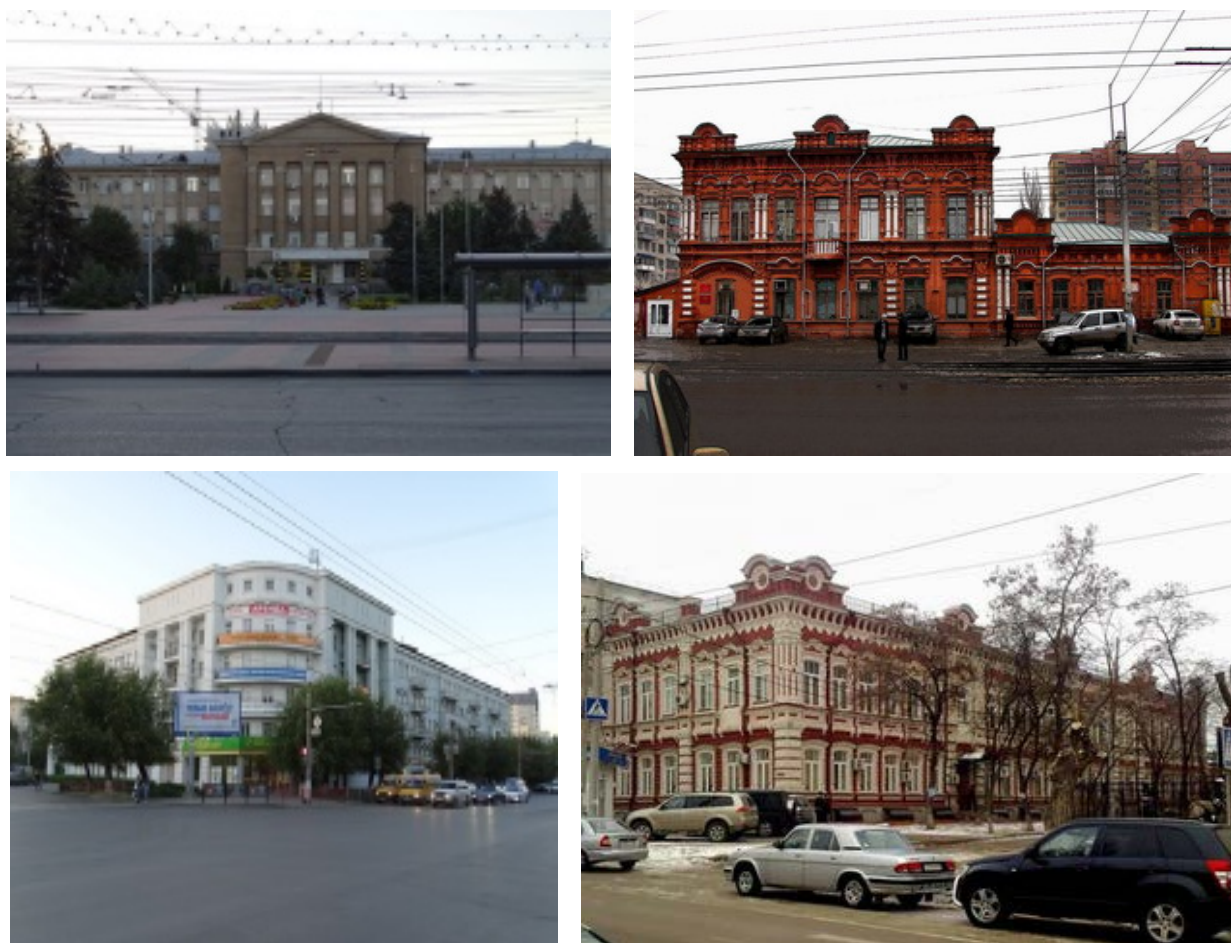


Рис. 6. Здания на площади Советской, ул. Циолковского, 15а, ул. Рабоче-Крестьянская, 22, ул. Огарева, 6

Но значительная часть памятников архитектуры и градостроительства нуждается в реставрации. Например, здания, расположенные по ул. Клинской, 19, 37, 39, 39а, находятся в весьма плачевном состоянии, отсутствуют крыши и внутренние перегородки (рис. 7).

Данные здания, во-первых, вызывают дисгармонию в окружающей среде, во-вторых, воспринимаются человеком как символ опасности, часто ассоциируются с обездоленностью и войной. Благодаря реконструкции этих объектов можно добиться улучшения качества восприятия зрительной среды.

Таким образом, можно говорить о том, что среда, насыщенная разнообразными визуальными характеристиками, является важным инструментом по улучшению и оптимизации восприятия города его жителями. Данный инструмент при умелом использовании может существенным образом обогатить эстетическую составляющую городской среды и даже несколько смягчить негативное влияние других факторов среды. Поэтому при строительстве новых

зданий и сооружений, для улучшения качества визуальной среды Ворошиловского района можно рекомендовать следующие действия:

- 1) использовать разнообразную цветовую палитру, которая «разбавит» однотипную визуальную среду;
- 2) учитывать архитектурную колористику окружающих объектов, дабы создать гармоничный ансамбль застройки;
- 3) использовать разнообразные строительные материалы, стараясь избегать множества однотипных элементов;
- 4) увеличивать по возможности зоны зеленых насаждений у проезжей части.



Рис. 7. Современное состояние зданий, расположенных по адресу ул. Клинская, 19, 37, 39, 39а

При реконструкции необходимо проводить изменение архитектурного облика невзрачных и ветхих сооружений.

Также более активно внедрять в городскую застройку памятники архитектуры и градостроительства, проводить их реставрацию и реконструкцию.

Библиографический список

1. Петрина О. А., Стадолина М. Е. Комфортная городская среда: тенденции и проблемы организации // Вестник университета. 2018. № 6. С. 34—38.
2. Значение жилищных условий и городской среды для здоровья / М. Braubach, М. Е. Heroux, N. Korol et al. // Гигиена и санитария. 2014. № 93(1). С. 9—15.

3. *Панкратов Н. В.* Городская среда как пространство для реализации человеческого потенциала // Управление экономическими системами : электронный научный журнал. 2013. № 12(60). С. 24.
4. *Петрина О. А.* Государственная поддержка моногородов в России // Вестник университета. 2015. № 6. С. 151—156.
5. *Коростелева Н. В., Коростелева М. В.* Благоустройство территории города как фактор устойчивого развития // Социально-экономическое развитие городов и регионов: градостроительство, развитие бизнеса, жизнеобеспечение города : материалы II Междунар. науч.-практ. конф. Волгоград. 3 февраля 2017 г. Волгоград : ВолгГТУ. 2017. С. 86—93.
6. *Андреева Е. В.* Методологические подходы к оцениванию качества среды обитания населения // Медицинская география и экология человека. 2006. С. 54—68.
7. *Цухт А. Э., Купенков Е. Н.* Видеоэкология в современном мире // Символ науки. 2018. № 5. С. 16—18.
8. *Калининко Н. А., Сагнаева А. Т.* Восприятие визуальной среды жителями крупного города как экологический фактор (на примере г. Омска) // Вестник Южно-Уральского государственного гуманитарно-педагогического университета. 2009. № 11-1. С. 317—327.
9. *Фоменко Н. А., Нагуманова А. В., Алексиков С. В.* Анализ транспортных потоков основных магистралей г. Волгограда // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. 2018. № 54(73). С. 121—131.
10. *Коростелева Н. В.* Анализ основных транспортных проблем города Волгограда и пути их решения // Вестник Волгоградской государственной архитектурно-строительной академии. Сер.: Строительство и архитектура. 2015. Вып. 41(60). С. 158—168.
11. Визуальная среда урбанизированных территорий как экологический фактор / Е. А. Колчин, А. Н. Бармин, Г. А. Чернова и др. // Экология городской среды: история, современность и перспективы : сб. ст. Всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием. Астрахань, 25—26 октября 2018 г. С. 94—97.

ИДЕНТИФИКАЦИЯ ТЕРРИТОРИЙ МАЛЫХ ГОРОДОВ ПРИ РАЗРАБОТКЕ КОНЦЕПТУАЛЬНЫХ РЕШЕНИЙ ПО ИХ РЕНОВАЦИИ

Исследована исторически сложившаяся структура города Серафимовича Волгоградской области. Выявлены конфликтные территории, требующие проведения мероприятий по реновации. Для поддержания и сохранения исторических объектов предложен метод идентификации территории, озвучены решения по созданию комфортной городской среды.

Ключевые слова: малые города, идентификация исторического города, реновация.

Город Серафимович ранее станица Усть-Медведицкая является одним из старейших поселений в верхней части Дона и относится к историческим городам Волгоградской области [1]. Начиная с 1802 года станица Усть-Медведицкая являлась окружной станицей Войска Донского.

Наиболее сильное впечатление город производит с реки, куда обращена его панорама. Для городского ландшафта характерна живописность, связь с окружающей природой и богатый силуэт. Общий характер панорамы Серафимовича, во многом сохранившийся до сегодняшнего дня, сформировался в конце XVIII в. [2]. И сегодня улицы города еще создают узнаваемую среду той станицы с ее атмосферными улицами и исторической застройкой.

Сегодня историческому городу приходится отвоевывать в современном мире право на сохранность своей аутентичной среды [3]. Необходима поддержка по сохранению прошлого, включения исторического образа в современную городскую среду и в конечном итоге формирование комфортной среды. Для этих целей наиболее оправдан концептуальный подход в разработке предложений по реновации сложившейся структуры исторического города.

Для Серафимовича автором предлагается метод идентификации территории с созданием знаковых мест, которые могли бы стать элементами брендинга исторического города. Насыщение городского пространства новыми объектами социального конденсата — современными благоустроенными территориями станет вектором для реновации городского пространства в целом.

Предлагаемая автором концепция развития структуры взаимосвязанных общественных пространств центральной части Серафимовича основана на преемственном развитии существующего исторического планировочного

каркаса. В частности, продольной линии набережной от Воскресенской церкви с общественным пространством сквера школы искусств и пространством городского парка, а также поперечного линейного пространства по улице Миротворцева, начинающегося от центральной городской площади и выходящего к скверу школы искусств.

Такое решение позволит сформировать выход из центральной застроенной территории города в природную среду прилегающих территорий, раскрыть выход к городской набережной.

В месте пересечения осей продольного пространства набережной и поперечной улицы Миротворцева автор предлагает благоустроить территории сквера школы искусств. Важным этапом обновления городской среды является обустройство территории, расположенной на пересечении городской набережной и планировочной оси улицы Миронова. Городской парк города требует организацию транспортной доступности, реконструкцию существующего памятника, оформление его как историко-патриотического мемориала.

Библиографический список

1. *Кумова К. С., Стеценко С. Е.* К вопросу о развитии туристического потенциала малых городов России на примере города Серафимовича Волгоградской области // Актуальные проблемы и перспективы развития строительного комплекса : сб. тр. Междунар. науч.-практ. конф. В 2 ч. Волгоград, 2021. С. 47—49.

2. *Глазунов В. В.* К вопросу о классификации археологического наследия исторических городов Волгоградской области // Культурная жизнь Юга России. 2016. № 3(62). С. 17—19.

3. *Каменева Т.* Сохранение и развитие архитектурной и ландшафтной среды при реконструкции исторических городов России // Исторические города и села в процессе урбанизации : сб. науч. тр. / отв. ред. и сост. О. Г. Севан. М. : Рос. ин-т культурологии, 1993. С. 51—60.

В. А. Молоткова

*Волгоградский государственный технический университет,
Волгоград, Российская Федерация*

ВОДНЫЙ ПУТЬ КАК ТУРИСТИЧЕСКИЙ МАРШРУТ РАСПОЛОЖЕНИЯ ОБЪЕКТОВ ВОЕННОЙ ИСТОРИИ СТАЛИНГРАДА — ВОЛГОГРАДА

Проводится комплексный анализ объектов военной истории, включенных в волжский фасад города, и их взаимосвязей между собой. Доказывается актуальность объектов военной истории и их особенности на территории Сталинграда — Волгограда. Во времена Великой Отечественной войны река Волга являлась одним из важнейших транспортных путей по территории города. В связи с этим для немецкой армии водный маршрут был одной из важных целей уничтожения. Водный путь подвергался систематическим обстрелам, что усложняло функционирование водного маршрута для советских солдат, но были брошены все силы на восстановление, в том числе часть судов со Средней и Верхней Волги. Выявление проблем водного пути по побережью города, препятствующих получению новых знаний о прошлых событиях Великой Отечественной войны, а также поднятию духа патриотизма жителей и гостей города, на сегодняшний день является актуальной темой для изучения.

Ключевые слова: объекты историко-культурного наследия, водный туристический путь, мемориальный комплекс, памятники, исторический ландшафт, объекты военной истории.

Город-герой Волгоград, расположенный на берегу реки Волги, имеет богатую историю. Река Волга в период Великой Отечественной войны играла важнейшую роль в обеспечении перевозок военного значения, а также для городского хозяйства. Во время войны речной флот решал важнейшие задачи, которые были поставлены перед ним. С середины 1942 года до момента выхода немецких войск к реке Волге речной флот имел возможность для большей перевозки по Волге, образовании потоков для переправ на другой берег. Это было необходимо для перевозки людей, большого количества различных грузов, а также Каспийской нефти. Во время Великой Отечественной войны по реке шли пароходы с войсками, военной и сельскохозяйственной техникой, вооружением, нефтью, ценными материалами. По реке перевозили раненных в госпитали других городов, расположенных на Волге, и большое количество животного скота. Большой объем работы речного флота по перевозке помогал разгрузить железные дороги и воздушные пути.

Речной транспорт в Сталинградской битве сыграл важную роль, осуществляя перевозки большого количества раненых, животных, вооружения, техники, нефти. Приказы, поставленные Государственным комитетом

обороны, были выполнены. Все это внесло значительный вклад в победу в Сталинградской битве и во всей Великой Отечественной войне.

Среди всех городов в послевоенное время Сталинград занимал важнейшую позицию при восстановлении и развитии страны. Сталинград побеждал во многих предложениях по строительству новых заводов. Это повлияло на развитие в других сферах городского хозяйства, таких как строительство нового жилья и административных зданий. Многие здания и сооружения, построенные в довоенные и послевоенные годы, сохранились, что позволяет увидеть и изучить архитектуру прошлых лет. Новая послевоенная планировочная структура Сталинграда — Волгограда с обширными ансамблями и площадями на многие десятилетия установила и укоренила в сознании людей убежденность в том, что им предстоит жить в новом построенном после Великой Отечественной войны городе.

Целью исследования является определение и изучение этапов формирования и развития объектов историко-культурного наследия на территории Сталинграда — Волгограда в период с XIX века. Основным объектом изучения является река Волга и ее водный путь, на протяжении которого находятся объекты военного и историко-культурного наследия, в границах линии обороны города.

Во время Великой Отечественной войны на территории Сталинграда проходили ожесточенные сражения по четырем направлениям (рис. 1):

1. Территория, где находилась паромная железнодорожная переправа через Волгу в Тракторозаводском районе у поселка Латошинка. У паромной переправы были точки отправления и прибытия Рынок — Скудры — река Ахтуба, а также линия обороны между ст. Латошинка и р. Мечетка.

2. Территория ожесточенных боев за высоту 102.0 на Мамаевом кургане. У паромной переправы были точки отправления и прибытия — хутор Бобров — пос. Тумак. Линия обороны была полукольцом к Волге и располагалась между заводами «Баррикады» и «Красный Октябрь» по одной линии и Мамаев курган и берег реки Царица по другой линии.

3. Место переправы населения через Волгу в период Сталинградской битвы на территории станицы Ельшанка и поселка Купоросный. На территории Ельшанки паромные переправы отсутствовали.

4. Место ожесточенных боев за высоту 146.0 на территории Лысой горы. Ниже территории Лысой горы, у паромной переправы были точки отправления и прибытия — Бекетовка — остров Большой Сарпинский, Бабыли — остров Большой Сарпинский — Культбаза. Линия обороны проходила по всей территории Лысой горы и спускалась к берегу Волги.

На территории Красноармейского района было организовано несколько водных путей по реке Волге. Крупные из них были СталГРЭС — наплавной мост между островами (Большой Сарпинский) — поселок Тумак; Сарепта — наплавной мост между островами (Большой Сарпинский) — поселок Тумак; Шпалозавод — наплавной мост между островами (Большой Сарпинский) — поселок Тумак; поселок Табянка — поселок Тумак.



Рис. 1. Схема нахождения паромных переправ и линий обороны на территории Сталинграда

Изучение и сохранение объектов историко-культурного наследия началось еще во второй половине XIX века, отличалось ценностью найденной информации и старых строений. У объекта историко-культурного наследия есть территория, которая непосредственно является территорией данного военного объекта, связанные с ним знаменательные события военного времени, что является его неотъемлемой частью. Границы этой территории обозначаются в соответствии со ст. 3.1 Федерального закона от 25 июня 2002 года № 73-ФЗ «Об объектах культурного наследия (памятниках истории и культуры) народов Российской Федерации». В соответствии с Приказом министерства культуры РФ от 4 июня 2015 года № 1745 «Об утверждении требований к составлению проектов границ территорий объектов историко-культурного наследия» границами территории объекта культурного наследия являются линии, обозначающие территорию объекта культурного наследия. Эти линии границ, а также поворотные точки должны четко изображать границы территории объекта культурного наследия, которые не всегда совпадают с границами земельных участков, территориальных, административных, охранных и защитных зон.

По линии волжского фасада, который включает в себя восемь районов, от Тракторозаводского до Красноармейского районов, расположены объекты историко-культурного наследия и мемориальные комплексы, но многие из них не включены в туристический маршрут волжского пути (рис. 2).



Рис. 2. Схема находений ключевых объектов на территории Волгограда

Мемориальный комплекс «Остров Людникова» — это один из крупных мемориальных комплексов Волгограда, расположенный в поселке Нижние Баррикады в Краснооктябрьском районе. Включает в себя несколько объектов: две братские могилы воинов дивизии, братскую могилу рабочих завода, братскую могилу связистов дивизии, памятный православный крест, небольшую часть линии обороны, на которой располагается башня танка Т-34 на постаменте, оставлены следы военных сражений, разрушенные дома. В годы Сталинградской битвы на территории мемориального комплекса был организован участок обороны 138-й Краснознаменной дивизии под командованием генерала Ивана Людникова. Немецкие войска на своих картах особенно выделяли территорию острова Людникова, расположенную на берегу реки Волги. В ходе военных сражений за остров Людникова 138-я дивизия потеряла большое количество воинов. В 1955 году на территории поселка Нижние Баррикады установили мемориальный памятный знак. Художник Ф. Андреев был автором стелы, на которой установлена бронзовая табличка с описанием обороны острова Людникова.

Завод «Баррикады» являлся стратегически важным объектом. Он был основан еще в Царицыне и выпускал крупнокалиберные орудия. До Октябрьской революции завод «Баррикады» имел название «Виккерс». Название завод «Виккерс» получил от одноименной английской фирмы, которая совместно с российскими организациями построила завод.

В северной части Волгограда, в Советском районе расположен микрорайон Нижняя Ельшанка. На этой территории во время Гражданской и Великой Отечественной войны проходили ожесточенные бои за город. В 1942 году на месте сражений была устроена братская могила воинов 35-й стрелковой дивизии, погибших в период Сталинградской битвы.

Микрорайон Нижняя Ельшанка имела удобное месторасположение, так как примыкал к транзитной железнодорожной развязке, что поспособствовало в свое время Царицыну обрести статус крупного торгово-промышленного центра, через который проходили крупные торговые маршруты.

Территории всех изученных объектов и мемориальных комплексов имеют разнообразные компоненты, формирующие их историко-мемориальную среду:

1) военно-исторический ландшафт или сохранившиеся фрагменты территорий и объектов с отличительными особенностями, указывающие на ход военных событий;

2) сохранившиеся военные объекты (траншеи, опорные огневые точки);

3) достопримечательные места расположены в городе и в их состав входят здания и сооружения — непосредственные места боев, сыгравшие роль опорных пунктов в боях в городских условиях;

4) сохранившиеся материальные объекты — свидетели военных событий;

5) мемориальные объекты, возникшие сразу или значительно позже военных событий и увековечивающие их;

6) поля сражений, которые представляют собой военно-исторический ландшафт, характеристиками которого является его особое военное функциональное назначение при подготовке и в ходе сражений.

Объекты историко-культурного наследия, связанные с событиями Великой Отечественной войны, являющиеся местами притяжения туристического потока, имеют историческую ценность, отличающую их от уже имеющегося похода к идентификации объектов архитектурно-градостроительного наследия, относящегося к гражданской истории Царицына — Сталинграда — Волгограда.

Библиографический список

1. *Антюфеев А. В., Антюфеева О. А., Птичникова Г. А.* Градостроительные основы определения границ объектов военной истории (достопримечательное место «Сталинградская битва») // ПромИнжиниринг-2016, НИУ ЮРГУ : тр. Междунар. конф. Челябинск, 2016. С. 558—562.

2. *Антюфеев А. В., Остробородов В. Б., Птичникова Г. А.* Памятники военной истории в пространстве современного города: «дух места» как предмет охраны // Социология города. 2016. № 3. С. 5—15.

3. Архитектурно-градостроительные аспекты формирования территорий объектов военной истории : монография / А. В. Антюфеев, О. В. Душко, В. Б. Остробородов и др. Волгоград : ВолГТУ, 2020. С. 9—11.

4. Боевые действия Красной Армии в ВОВ. URL: <http://bdsa.ru> (дата обращения: 10.11.2022).

5. Единый государственный реестр объектов культурного наследия (памятников истории и культуры) народов Российской Федерации. URL: <http://mkrf.ru/ais-egrkn> (дата обращения: 14.11. 2022).

6. *Исаев А. В.* Сталинград. За Волгой для нас земли нет. М. : Яуза ; Эксмо, 2008. 448 с.

7. Методика проведения историко-культурных исследований с определением территорий объектов культурного наследия (произведений ландшафтной архитектуры и садово-паркового искусства), зон их охраны, предметов охраны и режимов использования земель

и градостроительных регламентов в границах зон охраны объектов культурного наследия (произведений ландшафтной архитектуры).

8. *Олейников П. П.* Архитектурное наследие Сталинграда : монография. Волгоград, 2012. С. 7—9.

9. Сталинградская битва июль 1942—февраль 1943 : энциклопедия / под ред. М. М. Загорулько. 5 изд., испр. и доп. Волгоград : Издатель, 2012. 800 с.

10. *Чуйков В. И.* От Сталинграда до Берлина. М. : Воениздат, 1980.

11. Criteria and grading. English Heritage [Электронный ресурс]. URL: <http://historicengland.org.uk/listing/what-is-designation/registered-battlefields/> (accessed November 20, 2022).

12. Guidelines for Documenting and Evaluating Historic Military. URL: aec.army.mil/Portals/3/preserve/milland.pdf (accessed November 13, 2022).

13. Operational Guidelines for the Implementation of the World Heritage Convention. WHC.15/01, November 1, 2022/ UNESCO World Heritage Centre. URL: <http://whc.unesco.org/en/guidelines> (accessed November 13, 2022).

14. Selecting battlefields. Historic Scotland. URL: <http://www.historic-scotland.gov.uk/index/heritage/battlefields/selectingbattlefields.htm> (accessed November 14, 2022).

15. WWII Aerial Photos and Maps. URL: <http://www.wii-photos-maps.com/> (карты-схемы боевых действий в Сталинграде за период 1941—1942 гг., аэрофотосъемка люфтваффе за период 1942—1943 гг. территории Сталинграда, архивные картографические материалы, планы Сталинграда предвоенного периода) (accessed November 25, 2022).

В. А. Молоткова

*Волгоградский государственный технический университет,
Волгоград, Российская Федерация*

ГРАДОСТРОИТЕЛЬНЫЙ И СОЦИОКУЛЬТУРНЫЙ АНАЛИЗ ВОЛГОГРАДСКОГО ПЛАНЕТАРИЯ

Проведен комплексный анализ Волгоградского планетария, его истории строительства и развития в Сталинграде — Волгограде, а также современного состояния самого здания и прилегающей территории. Выявлено социальное значение планетария для жителей города и туристов. Изучено социальное значение Волгоградского планетария, дана оценка состояния фасадов и внутреннего состояния самого здания. Приведен сравнительный анализ Волгоградского планетария с Московским планетарием.

Ключевые слова: Волгоградский планетарий, Московский планетарий, Сталинград, объекты историко-культурного наследия, памятники, объекты военной истории, развитие города, подарок немецких рабочих.

Волгоградский планетарий, представляющий собой уникальное сооружение в неоклассическом стиле, был открыт 19 сентября 1954 года. Проект разрабатывали архитекторы СССР В. Н. Симбирцев, М. А. Хомутов, а скульптурную группу «Мир» создавала Вера Мухина — это была ее последняя работа. Планетарий возведен в стиле сталинского ампира. Внутреннее убранство со времен постройки не было реконструировано. В то время Волгоградский планетарий был третьим по величине в России.

Волгоградский планетарий внесен в список объектов культурного наследия и имеет одну из важных ролей в социальном развитии города. В здании царит одновременно торжественная, праздничная и уютная, тихая атмосфера.

Каждая цивилизация имела различные преобразования и реорганизации. И, естественно, во времена реформ приходят в упадок все сферы социальной жизни общества, особенно это относится к образованию, науке и культуре.

Планетарий — это особое учреждение культуры, в стенах которого можно получить астрономические знания, познакомиться с достижениями космонавтики. В Звездном зале планетария проводятся лекции и экскурсии по звездному небу, посетитель попадает как будто на театральное представление под куполом.

Волгоградский планетарий на сегодняшний день все больше набирает популярности среди школьников и молодежи и считается одним из лучших планетариев не только в России, но и во всем мире. Он запомнился народу своей историей и является крупным просветительским центром, работа которого направлена на изучение звездного неба и земли, а также астрономии и космонавтики. С каждым годом Волгоградский планетарий посещают все больше и больше людей (уже свыше 40 млн человек).

Первый планетарий в Советском Союзе построили в 1929 году. Первые идеи о строительстве Волгоградского планетария появились в послевоенное время, когда главной задачей было восстановление города. Каждый день шли строительные работы. Трудящиеся из города Йена преподнесли советскому народу ценный подарок — планетарий. Это был уникальный подарок, ведь никто никогда не дарил здания. Они создали проект, на котором планетарий располагался именно в городе боевой славы — Сталинграде. Это было их главным желанием.

В непростое для Сталинграда время из Германии доставили 260 железнодорожных вагонов с уникальными породами дерева, с сильнейшим камнем и сложнейшей аппаратурой для планетария. Так, 19 сентября 1954 года в Сталинграде открыли планетарий. В Германии произвели аппарат, а в Сталинграде всего за два года, перевыполняя каждый день норму, комсомольцы возвели торжественное здание планетария.

Трепетное отношение к застройке Сталинграда как города-победителя, города-триумфатора чувствовалось во время строительства такого грандиозного и социально значимого объекта, как планетарий. Территорию для его возведения было решено выделить в конце улицы Мира, которая была в числе первых восстановленных улиц в Сталинграде.

Заказ на возведение уникального аппарата «Планетарий» получила организация предприятия «Цейссерке» в Йене. Реализация проекта планетария осуществлялась для популяризации астрономии, привлечения и образованности народа.

«Подарок будет знаком желания нашего народа к миру и развитию дружеских отношений между государствами. Советский Союз сохранил мировую цивилизацию, и мы, немецкие ученые, посвятившие свою жизнь оптике, с большим интересом приняли решение о возведении планетария на героической земле Сталинграда», — рассказывал 82-летний доктор наук профессор Иоганнес Хартлинг.

Коллектив организации поставил цель — завершить создание аппарата «Планетарий» к марту 1950 г. До этого однотипные аппараты возводились в течение полутора лет. Проект создания планетария был возведен почти за полгода. Немецкие архитекторы и строители спроектировали планетарий, разработали все отдельные конструкторские узлы и сложное оптическое оборудование.

Весной 1951 года в газете «Сталинградская правда» писали: «В нашей стране планетарии имеются лишь в Москве и Киеве. Сталинградский планетарий будет третьим, а по техническому оборудованию и архитектурному сооружению он значительно превзойдет ныне существующие...».

Чертеж планетария, который выполнили немецкие архитекторы, не соответствовал условиям Сталинграда, в связи с этим советские архитекторы В. Н. Симбирцев и М. А. Хомутов создали собственный проект планетария. В альбомах с чертежами архитекторы изменили форму купола, решив, что его завершением должна быть статуя Веры Мухиной «Женщина с приподнятой

руки отпускает голубя мира». Это была последняя ее работа. Символ голубя встречается во многих местах нашего города. Например, на современном ресторане «Победа», который располагается у подножья Мамаева кургана.

На организации «Сталинградкультистрой» лежала большая ответственность за строительство планетария. Силами работников этой организации возведение планетария было осуществлено в кратчайшие сроки.

На переднем фасаде Волгоградского планетария выгравировано число 70 в честь 70-летия генерального секретаря ЦК ВКП И. В. Сталина.

После окончания всех строительных работ, летом 1954 года рабочие приступили к транспортировке и установке уникальных и сложных в сборке оптических приборов.

Строительство планетария шло полным ходом, производился монтаж и установка научных аппаратов, таких как «Планетарий Цейс» в Звездном зале. Также производилась установка аппаратов «Восход Солнца», «Полярное сияние», круговая 70-метровая панорама Волгограда. Многие московские ученые были очень заинтересованы в строительстве такого планетария и приехали в Сталинград работать в нем.

На торжественном открытии планетария гости из зарубежных стран выступали с поздравительными речами. Делегация из Германии сделала подарок жителям Сталинграда и вручила директору планетария символический ключ.

У Сталинградского планетария не было аналогов, и он единственный начал свою работу после ВОВ. Больше всех открытию радовались жители города.

Волгоградский планетарий за долгий срок своей деятельности стал центром притяжения естественно-научных знаний, по праву является уникальным учреждением, коллектив которого вложил много труда и души для его развития.

В 1988 году решением Совета министров РСФСР Сталинградский планетарий получил первую категорию.

Планетарий вел свою научную деятельность, имея обсерваторию, советские космонавты приезжали в Сталинград и получали новые знания о звездном небе, планетах и созвездиях. Космонавты посещали не только лекционные научные курсы планетария, но и практические занятия, которые проводились в нынешней Волгоградской области, на полигоне в Капустином Яре. Позже российские космонавты приезжали в планетарий и изучали созвездия Северного и Южного полушарий.

До 1960-х годов в обсерватории Волгоградского планетария работала станция визуального слежения за космическими аппаратами. Она определяла траекторию не только советских аппаратов, но и американских. С ее помощью вели наблюдение и за пилотируемыми кораблями.

В 1990-е годы произошли координальные изменения во всей экономической системе страны. Это отразилось во многих областях деятельности: резкое возрастание стоимости билетов на все транспортные средства, закрытие

практически всех туристических организаций, увеличение безработицы, закрытие большинства музеев, выставочных центров, а также и планетариев по всей России. Один из старейших планетариев — Московский был вынужден приостановить свою работу. Но Волгоградский планетарий все же выстоял, но не без потерь. Посещение гостей Волгоградского планетария уменьшилось на 70 %, что не могло не ударить по его содержанию. Волгоградский планетарий продолжал проводить лекционные курсы для школьников и жителей города. Работники планетария были вынуждены содержать планетарий на полном хозрасчете, но не прибегая к сдаче в аренду помещений для различных выставок.

В 2016 году Волгоградский планетарий перешел на новый виток своего развития — он стал цифровым. Новое проекционное оборудование Звездного зала стало работать в тандеме с аппаратом «Большой Цейс», что позволило с 20 января 2019 года официально гостям и жителям города изучать новые полнокупольные сферические программы. Новое оборудование невероятно реалистично, в формате 360 градусов погружало зрителей в полное пространство звездного неба. Погружение в виртуальную реальность позволяло каждому зрителю стать участком фильма, понять и ощутить себя в открытом космосе, увидеть космические тела со всех сторон.

Каждый год Волгоградский планетарий предлагает посетить и послушать новые лекции о звездном небе и земле, продолжает набирать свою научную значимость и является одной из главных точек притяжения жителей и гостей Волгограда. В планетарии организуют уникальные выставки фотоснимков, показывающие достижения и подвиги советских космонавтов. В зале планетария представлен макет первого искусственного спутника Земли и космического аппарата «Луна-3».

Волгоградский планетарий включает в себя Звездный зал, обсерваторию и астрономическую площадку. Площадь планетария позволяет проводить лекционные занятия, рассчитанные на участие более чем 450 человек одновременно. Не каждый планетарий или музей может вмещать такое количество посетителей.

В Звездном зале Волгоградского планетария установлен массивный аппарат «Планетарий». Именно он и показывает посетителям планетария волшебный мир звездного неба и земли. Зайдя в зал планетария, можно сразу заметить его величественность.

В малом зале невозможно не остановиться у мозаичного портрета И. В. Сталина, выполненного народным художником России В. Н. Аракеловым. Портрет изготовлен из полудрагоценных уральских камней. На втором этаже планетария представлено несколько экспозиций, одна из них включает в себя элементы настоящих метеоритов «Царев» и «Сихотэ-Алинский».

На территории Волгоградского планетария есть астрономическая площадка, на которой установлены научные астрономические приборы, солнечные часы, глобус Земли.

Работники Волгоградского планетария ухаживают за зелеными насаждениями и клумбами на прилегающей территории. На дальней части парка

установлены две скульптурные композиции, символизирующие стремление народа к науке и новым познаниям.

На сегодняшний день спустя много лет Волгоградский планетарий уверенно сохраняет свою культурно-просветительскую значимость для города и является его гордостью и точкой притяжения. Гости планетария с удовольствием посещают его и уже оставили свыше шести тысяч положительных отзывов.

Конкуренцию Волгоградскому планетарию составляют Московский и Барнаульский планетарии.

Московский планетарий строился в 1927—1929 годах и на тот момент являлся единственным в стране, тринадцатым в мире и Европе.

Московский планетарий включает в себя несколько залов:

Малый звездный зал. Он расположен в подземной части планетария и оснащен купольным экраном для производства и показа собственных фильмов.

Музей «Лунариум». Музей включает в себя множество уникальных экспозиций по физике и астрономии, а также выставки по изучению космоса.

Музей Урании. Музей состоит из двух залов, размещенных на первом и втором уровнях. В них представлены экспозиции создания и развития инструментов и оборудований для познания Вселенной.

Обсерватория Московского планетария. Расположена на втором уровне. В этом зале установлен самый большой телескоп Москвы, диаметр которого составляет 300 мм, в Малой обсерватории — аналогичный телескоп, диаметром 400 мм, предназначенный для проведения научно-исследовательских работ.

«Парк неба». Территория, похожая на астрономическую площадку Волгоградского планетария, на которой установлены научные приборы для изучения звездного неба и земли. Каждый посетитель может подойти к аппаратам и получить новые знания.

Большой звездный зал. Московский планетарий имеет три уровня, на каждом из которых представлены научные экспозиции. Большой звездный зал располагается на последнем уровне. По всему третьему уровню установлены проекторы, которые демонстрируют более 10 тысяч небесных тел, их перемещение по звездному небу. Большинство экскурсантов посещают Московский планетарий именно из-за Большого звездного зала.

В Московском планетарии на лекциях используют проекции и другие новые технологии. Слияние залов, переходящие друг в друга, пересечение уровней позволяет с верхних уровней осматривать нижние уровни и любоваться композициями с другого ракурса.

Волгоградский планетарий по некоторым критериям уступает Московскому планетарию. В частности, Волгоградскому планетарию не хватает нового более современного оснащения, чтобы привлечь молодежь.

Барнаульский планетарий открылся в 1950 году. Основными достоинствами планетария является проведение лекций о первых научных познаниях

Вселенной, окружающей действительности на высшем уровне с использованием средств искусства.

Проанализировав работу и оснащенность планетариев других городов, стоит отметить, что Волгоградский планетарий нуждается в насыщении и разработке новой деятельности, тем более площадь помещений позволяет это сделать. Большое интересное насыщение позволит увеличить проходимость планетария.

На сегодняшний день Волгоградский планетарий является центром притяжения для получения естественно-научных знаний о звездном небе и Земле. За время существования Волгоградский планетарий занял лидирующее место в России и включен в каталог крупнейших планетариев мира, занимая 8 место.

Можно сделать вывод о том, что социальная успешность развития Волгоградского планетария, путем внедрения новых функций, возможна при доскональном комплексном анализе территории и всей площади планетария, профессиональном подходе к созданию новых пространств для углубленного изучения звездного неба и земли. Для современного и улучшенного эксплуатирования объекта историко-культурного наследия «Ансамбля застройки планетария» требуется вовлечение в развитие планетария Волгоградской администрации.

Библиографический список

1. Волгоградский планетарий [Электронный ресурс]. URL: volgogradplanetarium.volgadmin.ru.
2. Волгоградский планетарий [Электронный ресурс]. URL: <http://volgogradplanetarium.ru/history>.
3. Коновалов В., Воронцов И. Небо становится ближе: [обсерватории Волгоградского планетария] // Волгоградская правда. 2009. 4 апреля. С. 7.
4. Коновалов В., Воронцов И. Солнце на ладони: [Волгоградский планетарий] // Волгоградская правда. 2009. 25 сентября. С. 8.
5. Космические дали Владимира Фролова : [беседа с директором Волгоградского планетария В. Фроловым] // Волгоградская правда. 2010. 29 апреля. С. 8.
6. Лапин Э. Тайна немецкого подарка: [Волгоградский планетарий] // Городские вести. 2009. 14 марта. С. 1, 16.
7. Летаева Ж. Дотянуться до звезд : [беседа с директором Волгоградского планетария В. Фроловым] // Вести губернии. 2012. 17 марта. С. 9.
8. Михайлова А. Звездная бездна: [Волгоградская обсерватория] // Волгоградская правда. 2009. 14 марта. С. 1, 5.
9. Рувинский А. И. Всемогущий Зевс спас Каллисто: Волгоградскому планетарию — 55 лет // Волгоградская правда. 2009. 19 сентября. С. 1, 8.
10. Симоненко А. Вселенная на ладони: [из истории Волгоградского планетария] // АиФ. Нижнее Поволжье. 1999. № 11(март). С. 8.
11. Шадчина В. Две пятерки за работу: [55 лет планетарию] // Вечерний Волгоград. 2009. 25 сентября. С. 7.
12. Фролов В. И. Волгоградский планетарий. Волгоград, 2011.

Д. В. Москалева

*Кубанский государственный технологический университет,
г. Краснодар, Российская Федерация*

ГРАДОСТРОИТЕЛЬНЫЕ И АРХИТЕКТУРНЫЕ ОСОБЕННОСТИ Г. КРАСНОДАРА

Рассмотрены градостроительные и архитектурные особенности г. Краснодара. Обозначены основные тенденции развития градостроительства в городе.

Ключевые слова: архитектура, градостроительство, расположение, особенности города, зонирование, застройки, реконструкция.

Введение

Одним из главнейших инструментов архитектуры является пространство. Задача градостроительства — правильно использовать пространство при всем многообразии вариантов архитектурной формы и композиции.

Гармоничное соединение этих составляющих складывает каркас города, в котором приятно и комфортно жить. Безусловно, это требует комплексного решения инженерных, организационных, экономических, функциональных, художественно-образных и экологических задач.

Но бурный рост городов, их хаотичная застройка жилыми районами, изменения социальной обстановки, смена архитектурных стилей, развитие и необходимость расширения транспортных сетей приводят к несоответствию городов современным требованиям градостроительства. Ряд крупных населенных пунктов имеет грубые ошибки планировки, что негативно сказывается на экологии, условиях жизни граждан и на облике города в целом.

Городская среда состоит из множества разнородных пространственных композиций, подобно покрывалу, собранному из пестрых лоскутков. Эти пространства отличаются по величине, степени развитости, функциям в жизни общества и имеют различную культурную и информационную значимость. Для того чтобы между градостроительными объектами не возникал визуальный конфликт необходимо согласовать фоновую застройку, зеленые насаждения и сооружения, отличающиеся своеобразной формой и архитектурной выразительностью.

Исторический центр г. Краснодара

1 марта 2019 года вступил в силу приказ администрации региона, определяющий предмет охраны и границы территории исторического поселения регионального значения кубанской столицы.

Территория исторического поселения в Краснодаре занимает 113 кварталов. Предметом охраны являются 271 объект культурного наследия и 433 ценных объекта историко-градостроительной среды, а также историческая планировка кварталов и ее элементы, объемно-пространственная структура исторического поселения, композиция и силуэт застройки.

Согласно проекту территория исторического поселения г. Краснодара состоит из двух участков. Первый — это зона исторического центра, главной

композиционной осью которой является улица Красная. Второй участок — локальный, он включает Привокзальную площадь с фрагментом исторической общественно-жилой и производственной зоны железнодорожной станции.

Но есть проблемы, связанные с тем, что через историческое поселение ездит много машин, присутствует точечная высотная застройка, а также присутствует проблема озеленения территории.

В то же время в городе на данный момент происходит освоение всей северо-восточной части Краснодара и создание нового микрорайона на 330 тыс. человек займет 20 лет. Общая площадь территории составит 3,3 тыс. га. При создании концепции разработчики руководствовались идеей формирования нового центра Краснодара, который будет соединен с существующими районами города. Поэтому при проектировании использовался ансамблевый подход. В микрорайоне планируется разместить несколько кластеров, которые станут драйверами экономического развития территории. Также одной из важнейших задач градостроительства является сохранение исторических зданий и сооружений.

Краснодар нередко именуют «маленьким Парижем» из-за классицизма, эклектики и модерна, которые просматриваются в застройке центра.

В городе есть свои особенности жилой застройки. К примеру, так называемые шанхайчики, которые можно встретить в историческом центре. Они, пережив десятилетия и сменив несколько хозяев, каждый из которых, вероятно, ощущал себя зодчим, подверглись множественным надстройкам, реконструкциям и перепланировкам, в результате чего появились двух- и даже трехэтажные строения с самодельными навесами, лестницами, балконами, входами, которые располагаются в творческом беспорядке.

В центре, вдоль улицы Красной, выстроились исторические здания, которые необходимо сохранять и поддерживать. Конечно же, высотная застройка исторического центра не допустима, но и реконструкция должна проводиться весьма деликатно, чтобы не потерять индивидуальность, сохранить самобытность старого города. Важно сберечь своеобразную ауру, которая живет в старых резных карнизах, ставнях, изящных балкончиках и рисунке кирпичной кладки, и тогда жители и гости Краснодара смогут любоваться кварталами, которые удалось выхватить из лап разрушающего времени.

Дорожно-транспортные проблемы

Несмотря на бурное развитие Краснодара в последние несколько лет, транспортная система и инфраструктура города практически не получили своего развития.

Одной из ключевых проблем Краснодара является крайне высокий уровень автомобилизации населения — 1857 зарегистрированных в городе автомобилей на 1 км² дорог. К ним добавляются 180—200 тыс. машин, ежедневно въезжающих в краевой центр в рамках маятниковой миграции из пригородов и соседних населенных пунктов.

Еще одна существенная проблема — исторически сложившаяся малоэффективная улично-дорожная сеть, которая имеет преимущественно прямоугольную схему построения. Для проезда из одного района Краснодара

в другой необходимо пересекать центр. В результате наибольшая концентрация автомобилей наблюдается именно на магистральных улицах общегородского значения.

Среди других объективных проблем также отмечается слабая связь районов массового жилищного строительства с центром Краснодара и между собой, нехватка объездных трасс, узкие улицы без возможности расширения.

Маршрутная сеть наземного пассажирского транспорта сформирована под влиянием исторических факторов и с учетом нынешней интенсивной застройки не в полной мере учитывает потребности пассажиров в перевозках.

Благоустройство

Для создания единого архитектурного облика города необходимы элементы благоустройства, выдержанные в одном стиле. В центре Краснодара размещены специально выбранные лавочки и урны с вензелем, которые являются индивидуальным штрихом города. По главным улицам установлены декоративные заборы, призванные закрыть разнотой, создаваемый ограждениями местных жителей. Но не во всех случаях подобная унификация идет на пользу внешнему виду города. При совмещении данного забора с историческими сооружениями, возникает сильнейший диссонанс, и это, безусловно, портит впечатление от общей композиции.

Озеленение

Краснодар оказался наименее зеленым мегаполисом России. По данным исследования «Роскосмоса» и «Терра Тех», в густо застроенной части Краснодара площадь деревьев и парков составляет всего 8,1 %. Для сравнения, в самом озелененном городе-миллионнике России — Перми — эта цифра достигает 35,9 %.

По нормам градостроительства на каждого городского жителя должно быть не меньше 16 м² зелени, т. е. 1 тыс. 600 га на миллион жителей. Весной 2021 года в Краснодаре лишь 2 м² деревьев и парков на человека [6].

В данное время администрация города планирует обновить 15 зеленых зон, еще один парк благоустроят за счет краевого бюджета.

В наши дни экология и градостроительство тесно связаны, человек осознал необходимость сохранения природы и естественного ландшафта при осуществлении своих инженерных идей. Минимальное воздействие на природные массивы, анализ местности для выявления характерных точек рельефа, почвенно-климатических факторов, степени инсоляции, количества и качества водоемов — это все ключ к созданию комфортной среды для жизни и отдыха.

В Краснодаре есть несколько «островков» природы, одним из них является ботанический сад им. Косенко, значительную часть которого густо покрывают деревья и кустарники. На его территории также культивируются редкие представители флоры. Кроме того, сад разлинован пешеходными дорожками и богат живописными ракурсами и перспективами, находясь при этом в тесном соседстве с автомобильными дорогами. Подобные объекты обладают высокой декоративной и экологической ценностью, ослабляя воздействие выхлопных газов, шума и токсичных веществ.

Расположение Краснодара вдоль реки Кубани также благоприятно и дает смягчение климата в период летних высоких температур. Но состояние реки весьма печально: купание строго запрещено из-за несоответствия ее вод санитарно-гигиеническим требованиям, а на берегу зачастую можно увидеть бытовые отходы и даже строительный мусор, с чем постоянно борются специальные службы.

Немаловажное значение имеет сочетание цветового решения застройки и окружающей растительности: деревьев и кустарников района строительства.

Архитектурно-планировочные факторы

Город Краснодар расположен на весьма спокойном рельефе с благоприятными природными условиями. Современные социально-экономические тенденции приводят к уплотнению существующей застройки и увеличению строительства на свободных территориях. Это неблагоприятно сказывается на среде жилых районов, так как комфортные и полноценные условия должны быть обеспечены для всех и каждого.

При возведении новых высотных домов крайне важно их согласование с существующей застройкой и обеспечение для них развитой инфраструктуры. Строительство огромных жилых комплексов в центральных районах с ограниченной территорией и узкими автодорогами, без возможности их расширения, только лишь усугубляет и без того напряженную дорожно-транспортную ситуацию, а также неудобства, связанные с нехваткой парковочных мест. По новому закону уже более двух лет в центральных районах и в историческом центре запрещено высотное строительство.

В объеме жилых районов, микрорайонов и кварталов допустимо нахождение котельных, АТС, инженерно-технических и производственных объектов, для которых не требуется создания специальных санитарно-защитных зон, но строго воспрещается расположение объектов, оказывающих вредное воздействие на окружающую среду, выделяя вещества, которые попадают в атмосферу, способствуют выпадению кислотных дождей, а также накапливаются в почве и водоемах. Стоит отметить, что шумовое и вибрационное воздействие способно не менее пагубно сказаться на самочувствии человека.

Таким образом, промышленные предприятия с повышенным выделением вредных веществ, как правило, относящиеся к I и II классам опасности, необходимо выносить за селитебную зону с учетом требуемой ширины санитарно-защитной зоны и проектировать на местности со спокойным рельефом, с подветренной стороны, во избежание распространения вредных выбросов на территории, предназначенные для заселения.

В основном в крупных и средних городах единицей жилой застройки является секционный многоквартирный дом высокой этажности. В зависимости от природно-климатических условий и направления преобладающих ветров возможны различные схемы блокировки жилых секций, формирующие замкнутое или полужамкнутое внутреннее пространство дворов. Возможно и протяженное расположение секций, которое особенно выигрышно для домов террасного типа, расположенных вдоль берега реки, моря или на местности с живописным ландшафтом.

Усадебная застройка имеет свои особенности организации. На территории Краснодара она представлена кварталами и тянется вдоль дорог или трамвайных путей. Однако более прогрессивным считается формирование частного сектора как системы, ядром которой являются зеленые насаждения, сад или парковый массив.

В последние десятилетия в современном градостроительстве очень остро стоит вопрос транспорта. Это закономерно, так как оценкой всей планировочной структуры города являются показатели затрат времени на передвижение к местам работы, центру города; средней длины поездки; транспортной подвижности населения и т. д. Развитие транспортной сети особо необходимо для Краснодара, так как и без того интенсивное движение усиливается в летний период в связи с притоком туристов.

Перехватывающие парковки располагаются, как правило, вблизи главных магистральных дорог и транспортных узлов. Такие парковки размещаются около железнодорожных станций, станций метро, остановок общественного транспорта так, чтобы водитель, следующий из периферии в центр города, имел возможность оставить свой автомобиль на территории парковки и добраться до пункта назначения другим способом.

Библиографический список

1. *Бондарь В. В., Казачинский В. П.* Архитектура и градостроительство Кубани XIX—XX вв. Ч. I. Архитектура Екатеринодара до 1917 г. : очерк. Краснодар : Экоинвест, 2001. С. 107.

2. *Иконников А. В.* Архитектура и градостроительство [Электронный ресурс] : энциклопедия / гл. ред. А. В. Иконников. М. : Стройиздат, 2001. 688 с. URL: <http://znanium.com/catalog/product/453252> (дата обращения: 21.12.2022).

3. *Климат Краснодара / Гидрометеорологический центр «Краснодарская зональная гидрометеорологическая обсерватория» ; под ред. Ц. А. Швер, Т. И. Павличенко.* Ленинград : Гидрометеоздат, 1990. С. 192.

4. *Малоян Г. А.* Основы градостроительства : учеб. пособ. М. : Ассоциация строительных вузов, 2004. 120 с.

5. Об утверждении местных нормативов градостроительного проектирования муниципального образования город Краснодар : Решение Городской думы Краснодара от 19 июля 2012 года № 32 п. 13.

6. О стратегии социально-экономического развития Краснодарского края до 2030 года : Закон Краснодарского края от 21 декабря 2018 года № 3930-КЗ (с изменениями на 5 октября 2021 года). Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/550301926> (дата обращения: 21.12.2022).

7. *Сокольская О. Н., Шнурникова Е. П.* Оценка биосферной совместимости застройки южного города (на примере города Краснодара) // Науч. тр. КубГТУ. 2019. № 7. Краснодар, 2019. С. 51—61. Режим доступа: <http://ntk.kubstu.ru/file/278640> (дата обращения: 21.12.2022).

8. *Сокольская О. Н., Иванченко В. Т., Клименко В. В.* Основы теории градостроительства и планировка населенных мест Краснодарского края : учеб. пособ. Краснодар : Издательство ФГБОУ ВО «КубГТУ», 2022. 204 с.

П. В. Сидорова, О. А. Растяпина

*Волгоградский государственный технический университет,
Волгоград, Российская Федерация*

РЕНОВАЦИЯ ИСТОРИЧЕСКОЙ ПРОМЫШЛЕННОЙ ТЕРРИТОРИИ

Рассмотрен вопрос выбора направления развития депрессивных промышленных предприятий, относимых в архитектурным памятникам. Освоение и модернизация территорий такого типа важны для развития города. Приведены направления развития данных территорий в зависимости от месторасположения в городской среде и грамотного внедрения памятников архитектуры в современный стиль городской среды.

Ключевые слова: промышленные территории, городская среда, депрессивные промышленные территории, реновация территорий, памятники архитектуры.

Современные требования развития градостроительных территорий направлены на адаптацию и модернизацию территорий. Отдельного внимания заслуживает вопрос реновации промышленных территорий. В процессе урбанизации территории происходит изменение не только требований к качеству градостроительной среды, но и экономической эффективности и целесообразности организации градостроительного пространства. Некогда сформированная промышленная база городов оказалась не востребована новыми экономико-политическими условиями. Изменяющиеся технологии производства определяют необходимость перепрофилирования ранее функционирующих площадей промышленных территорий для наиболее эффективного и безопасного использования земельных ресурсов. В связи с этим территории промышленного назначения требуют пересмотра и выработку нового подхода к использованию.

Среди основных подходов использования неэксплуатируемых промышленных территорий можно отметить:

1) реновация промышленных территорий — это адаптация объекта под современные условия, как правило, при этом изменяется функциональное назначение территории;

2) рефункционализация — метод, при котором существующий объект перепрофилируют в здание с иной функцией, оставляя его наполнение прежним;

3) модернизация — метод, при котором происходит введение новых технологий с преобразованием объекта;

4) джентрификация — это процесс изменения характера района за счет притока жителей более высокого класса и предприятий.

Выбор каждого из них для более эффективного использования городских территорий опирается на свои требования и каждый из них приводит к своим конечным целям, но все они выполняют одни и те же задачи:

- 1) более эффективное использование городских земельных ресурсов;
- 2) снижение негативного воздействия на экологию;
- 3) обеспечение благоприятных условий жизнедеятельности в городской среде.

В современных условиях при анализе вариантов перспективного использования промышленной территории приоритет отдается не только экономически, но и экологически эффективному проекту. Для достижения безопасного и устойчивого развития урбанизированной среды, требуется модернизация элементов, формирующих эту среду.

Безусловно, для будущего неиспользуемой промышленной территории очень важно месторасположение в городе, из этого и вытекает вопрос определения способа репрофилирования депрессивной промышленной территории. На выбор подхода развития депрессивной территории оказывает влияние территориальное расположение рассматриваемого участка. Особого внимания и детального анализа требуют здания и сооружения исторической постройки, относящиеся к памятникам культурного наследия. Такие здания охраняются законодательно, а соответственно — их разрушение запрещено. В связи с этим выбор подхода к развитию промышленной территории ограничен, наиболее целесообразным будет рефункционализация. Именно использование рефункционализации позволит сохранить внешний облик здания, его архитектурную и историческую ценность и при этом возможно создание экономически оправданного элемента градостроительной среды. Проведенный теоретический анализ исследований позволил определить наиболее целесообразные объекты общественного значения: музеи, кафе, магазины. Учитывая архитектурную и историческую значимости объекта, необходимо формирование и сохранение стилистики объекта, не только его внешнего облика, но и соответствующего внутреннего дизайна, с тематикой той эпохи, в которой объект был построен и эксплуатировался. Такая практика встречается часто не только зарубежом, но и у нас. Данный подход позволит создать дополнительные точки притяжения туристов.

Исторические здания должны гармонично вписываться в современный стиль городской среды и являться точкой притяжения для жителей города, а также для его гостей. Для этого необходимо грамотно спроектировать облик зданий, рядом расположенных с памятником архитектуры, чтобы стили перекликались или же связать их рекреационным пространством.

Существуют множество примеров создания единого стиля у современного здания с памятниками архитектуры. Например, в Санкт-Петербурге возведен торговый центр, который выполнен в стиле соседствующих домов, но с помощью современных технологий и из современных материалов. Возможно объединять новые постройки историческими отсылками в стиле или материалами.

В заключении можно отметить, что выбор путей репрофилирования депрессивных промышленных территорий, являющихся памятниками культурного наследия, расположенных в непосредственной близости с селитебными

территориями, требует детального анализа не только по определению исторической значимости и в целом истории здания, но и анализа прилегающей территории, с целью определения и возможности ее преобразования и развития. Изменение функционального пространства депрессивных промышленных территорий, формирование общественного пространства и определение рекреационной зоны по периметру такого объекта позволят повысить экономическую эффективность территории, улучшить экологические показатели градостроительной среды, что положительно отразится на уровне благоустройства урбанизированной среды.

Библиографический список

1. *Птичникова Г. А.* Современные тенденции городского развития: архитектурное обновление как джентрификация. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=41201059> (дата обращения: 30.11.2022).

2. *Куршакова В. Н.* Проявление регионализма в современной архитектуре. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=18965036> (дата обращения: 01.12.2022).

3. *Звонов И. А.* Особенности предпроектных изысканий при реконструкции промышленных предприятий // Градорегулирование и управление ЖКХ : Междунар. науч.-техн. журнал. 2016. № 3. С. 39—43.

4. *Антюфеев А. В.* Градостроительная реновация депрессивных производственных территорий в крупных индустриальных городах (на примере Волгограда). URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=23529485> (дата обращения: 30.11.2022).

5. *Панкратова А. А.* Проблемы сохранения и использования исторической застройки в современной архитектуре города. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/problemy-sohraneniya-i-ispolzovaniya-istoricheskoy-zastroyki-v-sovremennoy-arhitekture-goroda/viewer> (дата обращения: 02.12.2022).

6. *Толпинская Т. П.* Основные направления реновационного процесса в преобразовании промышленных территорий под общественные пространства. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/osnovnye-napravleniya-renovatsionnogo-protsessa-v-preobrazovanii-promyshlennyh-territoriy-pod-obshchestvennye-prostranstva/viewer> (дата обращения: 03.12.2022).

7. *Rastyapina O. A., Polyakov V. G., Yashchenko S. O.* Modern Principles of Organization of Production Territories // Proceedings of the 5th International Conference on Construction, Architecture and Technosphere : ICCATS 2021, Sochi, 05—11 September 2021. Sochi : Springer, Cham, 2022. Pp. 330—340. (дата обращения: 04.12.2022).

АРХИТЕКТУРА, ГРАДОСТРОИТЕЛЬСТВО, СТРОИТЕЛЬСТВО: КОНЦЕПЦИИ СОВРЕМЕННОСТИ

Рассмотрены основные концепции строительства, архитектуры и градостроительства. Даны краткие определения вышеупомянутых терминов, представлен краткий исторический экскурс градостроительства в Российской Федерации, собран градостроительный стиль — отечественный инсоляционизм.

Ключевые слова: архитектура, градостроительство, строительство, планировочная организация, развитие, инсоляция.

Архитектура, градостроительство, строительство — мощнейшие составляющие развития. Чтобы сформировать концепции дальнейшего роста и продвижения в данных сферах, мы должны четко видеть всю картину существующей действительности, представлять себе весь масштаб и последовательность наших действий. Устойчивость и стабильность жизни граждан нашей страны во многом зависят от специалистов в области строительства и архитектуры.

Возведением городов в России испокон веков занимались градостроители, архитекторы и строители. Исторически сложившееся распределение их ролей-функций, прав и обязанностей в современном представлении в общих чертах может быть представлено следующим образом.

Градостроительная деятельность — планирование, проектирование, разработка генеральных планов, контроль осуществления мер по обустройству территории как среды жизнедеятельности человеческих обществ.

Архитектурная деятельность — создание функционально, технологически и эстетически обусловленного пространственного образа объекта недвижимости как части среды жизнедеятельности человека, разработка проектной документации.

Строительная деятельность — осуществление практических решений, принятых в архитектурной или инженерной проектной документации.

Для определения градостроительства часто используется понятие «градостроительное искусство». Этот термин имеет двоякий смысл. С одной стороны, он обозначает мастерство в широком смысле слова — искусство создания пространственных систем, отвечающих комплексу унитарных и духовных потребностей общества. С другой, подчеркивает роль художественного начала в градостроительном проектировании, эстетическую значимость принимаемых проектных решений. Город как целое и многогранное явление материальной культуры не только включает художественные ценности в виде архитектуры зданий и преемственно развивающихся ансамблей, но является

объектом архитектурно-пространственного проектирования, т. е. создается во взаимосвязи функционально-технических и художественных сторон решения. «Архитектора по своей прагматической функциональности и внешней обозримости презентуется как утилитарно-эстетический предмет, требующий к себе пристального внимания, глубокого изучения и понимания под динамично меняющимся углом зрения архитектора-творца и заказчика-потребителя».

Крайне важной задачей является необходимость реалистично оценить состояние пространственной организации всей нашей страны, ее территориальных единиц верхнего уровня, а также городских и сельских поселений. Рассмотрим, каково на сегодняшний момент состояние:

- происходит упадок отечественного историко-культурного потенциала значительной части городов России, олицетворяющих ее неповторимость, природно-ландшафтное и средовое своеобразие, уникальную архитектурно-планировочную организацию;

- имеется отставание в развитии государственной градостроительной политики, не хватает рационального сочетания стратегических и текущих задач, определяемых географическим разнообразием нашей страны, разными климатическими условиями проживания человека. В статье 7 в Конституции РФ обозначено, что политика социального государства направлена прежде всего на создание таких условий, которые могли бы обеспечить достойную жизнь человека и его творческое развитие;

- наблюдается низкий уровень управления и регулирования в сфере градостроительной деятельности на всех уровнях власти, в том числе, связанный с низкой подготовкой профессиональных кадров.

Необходимо творчески, скрупулезно рассматривать вопросы построения новых и реорганизации имеющихся городских архитектурных ансамблей, заниматься их благоустройством и художественным оформлением. Именно эти задачи в настоящий момент являются стратегическими приоритетами Российской Федерации в области территориальной организации страны и ее архитектурно-планировочного образа.

В связи с этим имеется множество нерешенных вопросов, но наиболее важными являются следующие:

- формирование каркаса расселения РФ с учетом максимального сохранения, тщательной реконструкции и точечного, осмысленного дополнения сложившихся систем размещения населенных мест, опорных центров освоения и других населенных пунктов;

- взаимосвязь всех частей территории нашей страны. Формирование многоуровневого сетевого, транспортно-логистического каркаса системы расселения с учетом развития современных систем связи в едином общероссийском национальном пространстве;

- организация жилой среды. Сохранение, воссоздание и приумножение функциональной значимости различных типов населенных мест, развитие культурного многообразия народов РФ.

В настоящий момент решение вышеназванных проблем является стратегическим приоритетом Российской Федерации в области территориальной организации страны и ее архитектурно-планировочного осмысления.

Позволим себе краткий исторический градостроительный экскурс и вспомним этапы развития в данной сфере, перейдя которые мир принимал новые жизненные приоритеты, а города меняли свой привычный архитектурный облик.

Первый из них — это рубеж XIX и XX веков. Резкое увеличение этажности привело к композиционной несурaziце между ранее главенствующими в городском ансамбле общественно значимыми объектами и массовой жилой застройкой. С тех пор жилые дома стали доминировать в городских ансамблях, превышая по вертикали вчерашние доминанты — общественные здания: соборы, колокольни, ратуши, театры, пожарные каланчи, полицейские участки, здания крупных торговых фирм.

Эти функциональные изменения потребовали новых приемов построения городского пространства, формирования первых жилых кварталов, увеличения пространства возле общественных объектов.

В нашем Отечестве данный процесс застройки стал необратимым. Но уже позднее мы вышли на простор нескончаемого этапа массового панельного домостроения. И вот он, еще один этап: хрущевская оттепель — панельные пятиэтажки. Первые серии панельных пятиэтажных жилых домов были скопированы с французских аналогов. Правда, во Франции данный тип застройки просуществовал не более пяти-семи лет. В России панельные пятиэтажки позволяли резко увеличить объемы жилищного строительства, что на то время было весьма своевременным.

Следующий этап приходится на конец XX—начало XXI веков, когда постиндустриальное развитие городских поселений высвободило значительные территории бывших промышленных зон, поставив вопрос о дальнейшем их функциональном использовании. На территориях, ранее занятых под промышленные объекты, которые на сегодняшний день потеряли свое первичное предназначение и в силу этого оказались в деструктивном состоянии, возводятся новые жилые районы. Таким образом, функциональность возведения жилых массивов способна доминировать над другими типами построек на достаточно больших городских территориях. Однако зачастую такой градостроительный процесс местами негативно влияет на комплексность застройки и ее качественные характеристики.

Появился и новый прогрессивный архитектурный стиль — отечественный инсоляционизм, сущность которого состоит в том, что композиции жилых групп формируются просто по инсоляционной линейке. Подобная архитектурно-планировочная мысль включает в себе обеспечение возможности прохождения света в сложной композиции строения. К примеру, максимальная плотность застройки в советские времена не превышала двадцати единиц на гектар. А ныне популярная среда инвесторов — застройка «окна в окна» достигает до пятидесяти-пятидесяти пяти тысяч квадратных метров на один гектар.

Анализ данных этапов развития позволяет определить главную мысль: не бывает плохого образа жизни, а бывают негодные управленческие и проектные решения. Идеального для различных градостроительных ситуаций типа жилья не существует, поскольку каждый человек имеет собственные жизненные предпочтения. Для кого-то это тихий сельский образ жизни, кому-то нравится жить в шумном городе. Привыкшие с рождения ходить по улочкам исторического центра готовы к любым ограничениям, лишь бы избежать участи жителя многоэтажных типовых окраин.

Нам видится, что решение этого вопроса напрямую зависит от ответственности грамотного и долгосрочного территориального планирования при участии в нем представителей законодательной власти. Необходимы градостроительные режимы по всем территориям с четким обозначением этажности, плотности и возможным функциональным назначением предполагаемой застройки.

Рассуждения по данной теме позволили сделать следующие выводы:

1. Вопрос реализации градостроительных документов является актуальным. Подход к нему делался неоднократно, но каждый раз мешали существующие сегодня проблемы и вырванные из контекста комплексного развития территорий социально значимые задачи.

2. Главным принципом современного градостроения должно стать обеспечение безопасности среды жизнедеятельности населения в каждой точке нашей страны. Поэтому требуется сводный документ федерального уровня, который объединит в себе разрозненные на сегодня отраслевые нормы по безопасности в области МЧС, охраны окружающей среды, санитарно-эпидемиологической защиты, гражданской обороны, инфраструктуры и инфраструктурных объектов и т. д.

3. Завершить работу по обновлению и совершенствованию с последующим утверждением Федерального закона «Об архитектурной деятельности в Российской Федерации», предусмотрев, в том числе внесение изменений в части проектной деятельности об обязательности именно архитектурных конкурсов, а не конкурсов инвесторов.

Таковыми представляются диктуемые современными социальными условиями научные концепции в сфере архитектуры, градостроительства и строительства.

Библиографический список

1. Градостроительный кодекс Российской Федерации от 29.12.2004 № 190-ФЗ (ред. от 28.08.2020).

2. Земельный кодекс Российской Федерации от 25.10.2001 № 136-ФЗ (ред. от 15.10.2020).

3. Закон об объектах культурного наследия (памятниках истории и культуры) народов Российской Федерации от 25.06.2002 № 73-ФЗ (ред. от 24.04.2020).

4. Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений. Актуализированная редакция СНиП 2.07.01—89 (с изм. № 1, 2) : СП 42.13330.2016. М., 2016.

5. Архитектура и градостроительство : Энциклопедия (РАСЫ) и (НИИТАГ) / под ред. А. В. Иконникова. М. : Стройиздат, 2020.
6. Дизайн пешеходной улицы : учеб. пособ. для вузов / М. И. Белов, С. М. Михайлов, А. С. Михайлов [и др.] ; под ред. С. М. Михайлова. Казань : Дизайн- квартал, 2019.
7. *Гейл Я.* Города для людей / перевод с англ. А. Токтонова. М. : Кроет, 2020.
8. Градостроительство и территориальная планировка : понятийно-терминологический словарь / Г. А. Потаев, И. А. Подо, К. К. Хачатрянц и др. Минск : Минсктиппроект, 2021.
9. Дизайн архитектурной среды : учебник для студентов вузов. М. : Архитектура-С, 2018.
10. *Иконников А. В.* Функции, форма, образ в архитектуре. М., 2017.
11. *Иодо И. А., Потаев Г. А.* Основы градостроительства. Градостроительство и территориальная планировка : учеб. пособ. Ростов н/Д : Феникс, 2018.
12. *Кашкина Л. В.* Основы градостроительства. М. : Владос, 2022.
13. Основы градостроительства / А. Г. Лазарев [и др.]. Ростов н/Д : Феникс, 2018.
14. *Маслов Н. В.* Градостроительная экология. М. : Высшая школа, 2018.
15. *Рой О. М.* Основы градостроительства и территориального планирования : учебник и практикум для вузов. 2-е изд., испр. и доп. М., 2020. 249 с.
16. *Солодкий А. И., Горев А. Э., Бондарева Э. Д.* Транспортная инфраструктура : учебник и практикум для академического бакалавриата / под ред. А. И. Солодкого. М., 2018.
17. *Федоров В. В.* Планировка и застройка населенных мест : учеб. пособ. М. : ИНФРА-М, 2020.

О. Н. Сокол. ская, В. А. Фотиева

. убанский государственный технологический университет,
г. Краснодар, Российская Федерация

ОЗЕЛЕНЕНИЕ КРЫШ

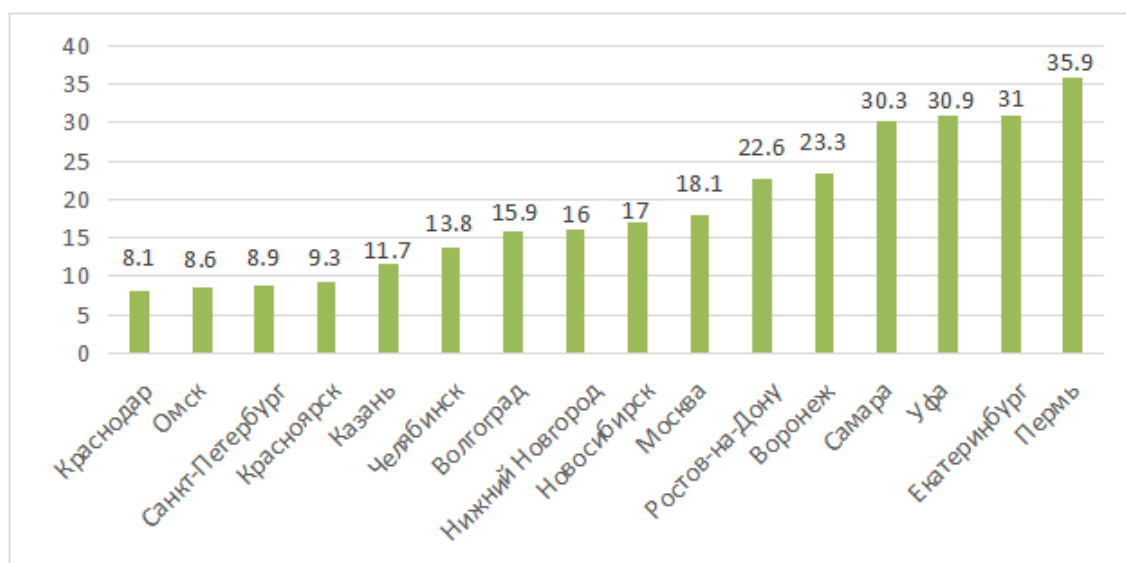
Проанализированы особенности климата Краснодарского края, застройки города и нюансы установки озеленения на крышах. В результате проведенного исследования установлена целесообразность озеленения крыш зданий на территории города Краснодара, а также даны рекомендации по созданию озелененных крыш.

Ключевые слова: озеленение крыш, зеленые крыши, крыша, климат.

Введение

В современном мире во многих городах с высокой плотностью застройки наблюдается существенная нехватка зеленых территорий. Эта проблема не обошла Краснодар стороной.

Летом 2022 года было проведено исследование АО «ТЕРРА ТЕХ» и госкорпорации «Роскосмос», при помощи космической съемки была выполнена визуализация зеленых зон с пояснением отношения площади городской застройки к площади парковых и зеленых зон и сделан анализ уровня озеленения древесной растительностью, после чего составлен список из шестнадцати городов-миллионников. Краснодар в этом списке занял последнее место, при площади города 28679,72 га площадь скопления деревьев и парков составила 2320,42 га, что составило 8,1 % от площади города. Поэтому озеленение поверхности крыши является разумным и актуальным решением при плотной застройке города. Ниже приведена диаграмма городов с процентом их озеленения (рис.) [1].



Доля зеленых насаждений в российских городах, %

Сам термин «озеленение крыши» означает «частично или полностью засаженные растениями крыши зданий». Оно создается при помощи добавления дополнительных слоев грунта и различных растений поверх традиционной кровли.

Традиции изготовления таких крыш давно известны в Скандинавских странах, где до сих пор встречаются старые дома с травяным ковром. На сегодняшний день, благодаря современным технологиям, механизм обустройства таких крыш доведен практически до совершенства.

На данный момент озелененные крыши активно используются в Сингапуре, Лондоне, Чикаго и некоторых городах Германии. Также они встречаются во многих крупных городах России (например, в Москве, Санкт-Петербурге, Екатеринбурге, Калининграде, Твери, Воронеже) и небольших поселках Подмосковья, например Evergreen.

Климат Краснодарского края

В Краснодарском крае, южном районе Российской Федерации, который расположен в двух климатических зонах — умеренно-континентальном и субтропическом — вопрос озеленения городских территорий является актуальным.

Под влиянием некоторых факторов, в которые входит рельеф, система атмосферной циркуляции, солнечная радиация и близлежащие крупные водоемы (Черное и Азовские моря), климат разный: континентально сухой на северо-востоке, умеренно континентальный в Прикубанской низменности, субтропический на Черноморском побережье, а также теплый и влажный в предгорьях и холодный климат в высокогорьях.

В строительно-климатическом районировании краю присвоены III и IV степени.

Район III занимает большую часть Краснодарского края. Среднемесячная температура воздуха в январе колеблется от -5 до $+2$ °C, а в июле она составляет от $+21$ до $+25$ °C. Также нельзя забывать о влажности, которая достигает около 75 %, и скорости ветра, средняя скорость которого за три зимних месяца варьируется около 5 м/с [2].

Район IV характерен для Черноморского побережья, а именно для городов, находящихся восточнее Туапсе. Здесь среднемесячная температура составляет от 0 до $+2$ °C, а скорость воздуха в зимний период от 5 м/с и больше. Среднемесячная температура в июле колеблется от $+25$ до $+28$ °C, влажность воздуха в этом месяце доходит до 50 % [2].

Плюсы и минусы озеленения крыш

Существует два вида озеленения крыш:

- 1) экстенсивное;
- 2) интенсивное.

Отличия состоят в том, что в первом варианте используются травяной покров, мхи и цветы с небольшой корневой системой. Такой тип подойдет для неэксплуатируемых крыш или крыш, где требуется минимальный уход, также он реализуется быстрее за счет несложного ландшафтного проекта. Второй вариант — это создание на крыше сада, клумб и огорода. Он требует более частый уход и тщательную разработку проекта. В таком случае крыша будет выполнять роль зоны развлечений и отдыха.

Стоит отметить, что озелененные крыши обладают рядом положительных и отрицательных сторон. К положительным можно отнести:

1. Защита от солнечных лучей. В жарких районах нашей страны, в частности на территории Краснодарского края, температура днем в летний период на поверхности крыши может достигать примерно +45 °С, что становится причиной нагрева битумных крыш и попаданию в воздух вредных веществ и приводит к негативным последствиям. В Торонтском университете и немецком институте техники и архитектуры было проведено исследование, где опытным путем было установлено, что зеленые крыши способствуют снижению температуры воздуха как снаружи здания, так и внутри. В зимний период температура в доме будет сохраняться лучше за счет поглощения и удержания тепла грунтом и зеленым покровом.

2. Удержание дождевой воды. Благодаря этому нагрузка на ливневую канализацию уменьшается, так как зеленая крыша потребляет около 50 % годовых осадков.

3. Дополнительная среда обитания для различных вымирающих и редких насекомых и птиц. Например, в Германии на зеленых кровлях были найдены места гнездования редких птиц.

4. Дает площадь для приятного времяпрепровождения, отдыха и развлечений.

5. Улучшение экологии. Зеленые крыши позволяют уменьшить количество смога, углекислого газа и пыли в городе.

6. Повышение уровня шумоизоляции. Это особенно важно, когда рядом находятся аэропорт, автомагистраль и другие источники шума.

К отрицательным сторонам озелененных крыш относятся:

1. Затраты. Разработка плана, закупка и установка всех необходимых материалов, а также растений и уход за ними требуют существенных трат.

2. Тщательный подбор растений, так как не каждое растение способно расти в подобных условиях.

3. Строгое соблюдение технологии создания такой крыши и правил безопасности.

Несмотря на ряд недостатков, количество положительных качеств озелененных крыш все-таки превышает негативные, а проект по их созданию интересен как результатом, так и самим процессом изготовления.

Создание озелененной крыши

При создании озелененной крыши первое, что необходимо, это разработать план, который должен включать:

- перечень слоев озелененной кровли и их последовательность;
- информацию о материалах, которые будут применяться;
- данные о сортах растений и место их посадки;
- схему расположения дорожек и декоративных элементов.

В зависимости от сложности проекта пункты в списке могут добавляться.

Также необходимо проверить несущую способность перекрытия. Нужно учитывать тяжесть всей конструкции, в которую входят [3]:

- слой гидроизоляции (полимерные мембраны, полиэтилен или жидкая резина);
- слой теплоизоляции (плиты из пробки, полиуретановая пена или пенополистирол);
- барьер от корней растений (фольга, пленка с металлическим покрытием или полимерная пленка);
- дренаж;
- фильтрующий грунт, который включает в себя слой геотекстиля и георешетки;
- плодородный слой.

Толщина плодородного слоя зависит от вида озеленения. Для экстенсивного вида она не должна быть больше 150 мм, для интенсивного — не меньше этой величины.

Таким образом, перекрытие должно выдерживать от 200 до 800 кг на 1 м².

Также необходимо осуществлять уход за растениями. Он должен включать:

- 1) полив, лучше использовать автоматический капельный полив;
- 2) часто вносить удобрения из-за тонкого слоя грунта, чистка от сорняков;
- 3) подрезка кустарников и деревьев, если они присутствуют в саду;
- 4) замена погибших растений;
- 5) удаление выпавшего снега в зимний период, из-за которого может усиливаться давление на перекрытие.

Что касается климатических условий создания озелененной крыши, то при правильном проектировании и подборе растений такую крышу можно создать в любом регионе нашей страны.

Выводы

Если рассматривать город Краснодар и Краснодарский край в целом, то учитывая его жаркий климат и высокую плотность застройки, озеленение крыш является актуальной градостроительной и проектно-планировочной задачей. Повсеместная организация озелененных эксплуатируемых крыш позволила бы придать зданиям эстетичный и оригинальный вид, вызывающий интерес не только у гостей нашего края, но и у самих жителей и решило проблему с недостаточным озеленением территорий.

Библиографический список

1. Geonovosti.terratech.ru : Шестнадцать зеленых мегаполисов [Электронный ресурс]. URL: <https://geonovosti.terratech.ru/ecology/shestnadsat-zelenykh-megapolisov/> (дата обращения: 28.07.2022).
2. Строительная климатология : СНИП 23-01—99. М., 2003. 37 с.
3. Зеленая кровля [Электронный ресурс]. URL: <https://m-strana.ru/articles/zelenaya-krovlya/> (дата обращения: 22.10.2020).
4. Сокольская О. Н. Экологические аспекты проектирования зданий и застройки южных городов // Вестник ТТУ. 2011. № 2(14). Душанбе, 2011. С. 65—68.
5. Сокольская О. Н., Иванченко В. Т., Клименко В. В. Основы теории градостроительства и планировка населенных мест Краснодарского края : учебное пособие. Краснодар : Издательство ФГБОУ ВО «КубГТУ», 2022. 204 с.

А. С. Татаринцева, Ю. В. Воронцова, Ю. В. Янушкина

*Волгоградский государственный технический университет,
Волгоград, Российская Федерация*

БУДУЩАЯ ЖИЗНЬ ПАМЯТНИКА АРХИТЕКТУРЫ

Статья посвящена проблемам сохранения и современного использования памятников архитектуры, решение которых рассматривается на примере объекта культурного наследия (ОКН) регионального значения «Кинотеатр “Юбилейный”» в Красноармейском районе Волгограда.

Проведен анализ проектов-аналогов по сохранению ОКН с изменением их первоначальных функций. Предложены варианты приспособления кинотеатра «Юбилейный».

Ключевые слова: объект культурного наследия, памятник архитектуры, приспособление к современному использованию.

Одной из важнейших проблем современной архитектуры и градостроительства является сохранение и современное использование памятников архитектуры. С течением времени разные эпохи оставляют после себя архитектурное наследие, которое отражает определенный момент истории. Но, к сожалению, не всем из них находят достойное применение в современном мире, так что вопрос использования объектов культурного наследия остается весьма актуальным.

Сохранение и использование памятников архитектуры — комплексная проблема, для решения которой необходима совместная работа специалистов различного профиля.

В настоящее время мы имеем большие технологические возможности в сфере архитектуры и строительства, позволяющие массово возводить здания и сооружения в считанные месяцы, лишая нас ощущения культурной ценности каждой отдельной постройки. Но насущная потребность в культурной самоидентификации, ощущении своих исторических корней обуславливает необходимость сохранения, реставрации и поиска нового функционального использования памятников архитектуры.

Сценарии использования объекта архитектурно-градостроительного наследия могут быть различными, поскольку это зависит от первоначальной функции памятника. Если изначальная и новая функции здания оказываются близкими, то радикальное изменение планировки здания не требуется. В том же случае, когда первоначальная функция здания совсем не актуальна, необходимо приложить усилия, для того чтобы вдохнуть жизнь в историческое здание, наделив его новым назначением.

Еще одним важным фактором в вопросе современного использования памятников культуры является взаимоотношения формы и функции. Если в новом строительстве эта взаимосвязь всегда основана на подчинении формы

функции, то в случае исторических памятников форма является данностью, а новая функция определяется выбором сценария использования сооружения. Этот выбор является очень ответственным для архитектора, ведь наиболее важно сохранить первозданное состояние памятника, насколько это возможно, привнося минимальные изменения.

Говоря о вопросе сохранения памятников, нельзя не упомянуть о том, что присутствуют противодействующие внешние социально-экономические факторы, возникающие потому, что есть те, кому невыгодно наличие старой застройки, ведь новое строительство всегда дешевле и проще, чем реконструкция и реставрация. Следует смотреть на эту проблему более масштабно, ведь иначе нашим потомкам не дано будет знать, что такое исторический город, в котором веками сосуществуют постройки различных эпох.

Волгоград (до 1925 г. — Царицын, 1925—1961 гг. — Сталинград) является историческим городом, и для него также актуальна проблема сохранения и использования памятников архитектуры.

Возникший в 1589 году как маленькая военная крепость, Царицын к началу XX века превратился в крупный транспортный и торгово-промышленный узел Нижнего Поволжья, а последующее его переименование в Сталинград определило его уникальную политическую роль и придало новый импульс развитию. Но во время Великой Отечественной войны Сталинград подвергся значительным разрушениям, и поэтому его дореволюционное и довоенное градостроительное наследие не очень обширно. В современном Волгограде в основном преобладают здания послевоенного времени.

Рождение Царицына и военное прошлое Сталинграда — все это накладывает отпечаток на создание нынешнего облика города, как и наследие недалекого прошлого эпохи перестройки в виде заброшенных памятников архитектуры, утративших свое функциональное назначение, а следовательно, экономическую привлекательность и нуждающихся в ремонте.

В Волгограде не так много заброшенных, более не функционирующих исторических зданий, но они есть. Многие из них являются ценными объектами градостроительного наследия, отражающими исторический ход развития города и сегодня, мы остановимся подробнее на одном из них — кинотеатре «Юбилейный», расположенном в Красноармейском районе Волгограда. Волгоград, более чем на 120 км протянувшийся вдоль берега Волги, обладает характерной исторически сформировавшейся линейно-групповой планировочной структурой. Он поделен на 8 административных районов. Красноармейский район является самым южным и большим районом Волгограда, он занимает примерно 45 % всей территории города, его площадь составляет 23 000 га. Еще 30—40 лет назад этот район был не только заметно отдален от центра Волгограда, но даже, по сути, представлял собой самостоятельный хорошо благоустроенный город. Сегодня район также живет практически самостоятельной жизнью и имеет множество центральных городских функций. Это крупный промышленный и культурный центр на южной оконечности Волгограда.

Официальным годом основания района считается 1944 год. Красноармейск — это бывший поселок в Волгоградской области (до 1920 года — Сарепта), возникший поблизости от бывшей немецкой колонии Сарепта. Первые поселения здесь появились еще в 1765 году. Здания того периода сохранились до сих пор. Например, облик Центральной площади в этнографическом и архитектурном музее «Старая Сарепта» остался практически тем же, каким был во времена первых поселенцев. Также здесь есть большое количество памятников советской архитектуры сталинского периода, например, знаменитый ансамбль сооружений Волго-Донского судоходного канала, а также и более позднего периода. Наше исследование посвящено именно такому памятнику позднего советского функционализма — кинотеатру «Юбилейный», построенному в Заканальной части Красноармейского района в начале 1970-х годов.

Красноармейский район условно делится на две части — доканальную (предканальную) и заканальную, и поэтому он имеет два центра: один — бульвар Энгельса — находится в доканальной части, второй — пересечение проспектов Героев Сталинграда и 40 лет ВЛКСМ возле кинотеатра «Юбилейный», своего рода, неофициальный центр Заканаля (рис. 1). Таким образом, кинотеатр «Юбилейный» занимает одно из ключевых планировочных мест в структуре района и является локальной доминантой территории (рис. 2), поэтому будущая судьба этого памятника архитектуры является важным вопросом на пути архитектурно-градостроительного развития Заканальной части района.



Рис. 1. Красноармейский район на схеме города Волгограда

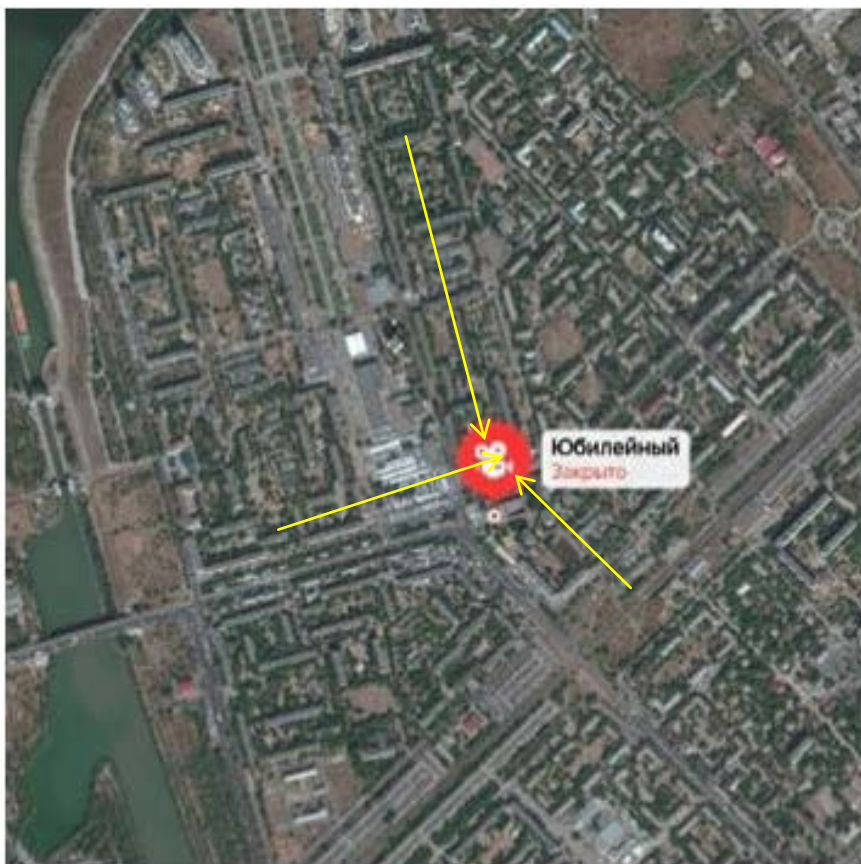


Рис. 2. Кинотеатр «Юбилейный» в структуре Красноармейского района Волгограда. Ситуационная схема

У памятника достаточно долгая история, пока без счастливого конца. В настоящее время кинотеатр «Юбилейный» не эксплуатируется, здание заброшено (рис. 3, 4). На момент своего открытия, в 1975 году кинотеатр «Юбилейный» был самым крупным не только в Красноармейском районе, но и во всем Волгограде (рис. 5). Зал для просмотров фильмов вмещал 1,2 тысячи жителей. В течение почти 25 лет кинотеатр был культурным центром Красноармейского района. Но как только его перестали использовать по назначению, здание стало ветшать и разрушаться. Его не спасло даже внесение в реестр объектов культурного наследия в 1997 году.

Как получилось, что центр культуры превратился практически в руины? Чтобы ответить на этот вопрос, стоит обратиться к истории кинотеатров в СССР.

Киноискусству в советский период времени придавали исключительное политико-воспитательное значение, что предопределило объем строительства зданий кинотеатров. Увеличиваясь из года в год число киноустановок в СССР, достигло к 1940 году 28 200 точек, между тем как в дореволюционной России в 1913 году было только 1400 городских киноустановок. В годы Великой Отечественной войны почти половина кинотеатров была разрушена. Послевоенный пятилетний план восстановления и дальнейшего развития киносети предусматривал увеличение числа точек к 1950 году до 46 700; из них до 10 400 городских и до 36 300 сельских киноустановок. По сравнению с 1940 годом это составило расширение киносети на 166 % [2].



Рис. 3. Нынешнее состояние кинотеатра «Юбилейный»



Рис. 4. Нынешнее состояние кинотеатра «Юбилейный». Вид сверху



Рис. 5. Изначальный облик здания кинотеатра «Юбилейный»

В дореволюционные годы типология кинотеатров была представлена встроенными и пристроенными объемами. Архитектура подобных типов кинотеатров либо растворялась в архитектуре жилого здания, либо образовывала с ним гибрид, малозначительный в градостроительном отношении. Это не соответствовало значимому статусу киноискусства, придаваемому ему в советской культуре. Советские архитекторы полагали, что кинотеатр, расположенный в самостоятельном здании, имеет бесспорные преимущества по сравнению со встроенными или пристроенными кинотеатрами. Здания кинотеатров предпочитали размещать на специально отведенном земельном участке, поскольку это позволяло «пространственную композицию и архитектурный образ разрешить наиболее совершенно».

В советские годы предпочитали строить кинотеатры большой вместимости, например: кинотеатр «Ударник» в Москве на 1600 мест (Б. М. Иофай), кинотеатр в Иванове на 1500 мест (В. М. Воинов), кинотеатр «Гигант» в Ленинграде на 1400 мест (А. И. Гегелло и Д. Л. Кричевский), кинотеатр в Сталинабаде на 1300 мест (С. А. Бабенко), кинотеатр «Родина» в Москве на 1200 мест (В. П. Калмыков) и др.

Уже в 1928—1930 годах в проектных организациях, архитектурных вузах и научно-исследовательских учреждениях развернулась интересная и большая работа по проектированию различных типов кинотеатров. Разработка типов кинотеатров в Советском Союзе была связана с другими проблемами градостроительства. С точки зрения советской теории градостроительного искусства архитектура общественного здания наиболее сильно проявляется при свободном, парадном расположении здания в системе города. Общественные здания, украшая и оживляя город, являются в то же время художественными образами и материальными выразителями его общественной жизни.

Стремление приблизить здание кинотеатра к советскому зрителю определяло не только выбор типа здания кинотеатра, но и его расположение в городской застройке — на магистрали, площади, в парке. Так расположены новые кинотеатры в Москве, Ленинграде, Челябинске, Чимкенте, Ворошиловграде и других городах. Аналогично размещаются здания кинотеатров в поселках и районных центрах. При этом здания кинотеатров становятся одними из главных элементов городских и сельских архитектурных ансамблей.

Вокруг зданий кинотеатров создаются широкие озелененные пространства и благоустроенные площадки для размещения входящих и выходящих зрителей и для стоянки автомашин. Здесь же располагаются монументы, памятники, фонтаны, киоски, рекламные стенды и световые точки. В архитектурных формах и скульптуре, в орнаментах и росписях отражаются традиции национальных культур народов СССР. Кинотеатры имели значимую роль в советской культуре вплоть до конца 80-х годов прошлого столетия, когда до развала Советского Союза оставалось еще несколько лет. В этот период произошло критическое снижение посещаемости кинотеатров, этому предшествовало множество причин: отсутствие прямого взаимодействия производителей фильмов с кинопрокатом, активное развитие видеосалонов с

их огромной гаммой фильмов, желание зрителя смотреть кино в небольших и более комфортных кинозалах.

Спусковым событием, ставшим началом разрушения рынка кинопоказа, стал V съезд Союза кинематографистов, состоявшийся 13—15 мая 1986 года. В тот период остро ощущались разобщенность в отрасли, недостаточность рациональных связей между сферами производства, проката и кинопоказа.

В ноябре 1989 года выходит постановление СМ СССР № 1003 «О перестройке творческой, организационной и экономической деятельности в советской кинематографии», вобравшее в себя все ключевые положения «базовой модели развития кинематографии» и иные законодательные инициативы руководства страны.

В конце 1989 года слом общественного сознания, начатый перестройкой, еще не достиг своего пика. Но страна уже изменилась — революционные преобразования основ деятельности предприятий-киностудий, контор кинопроката, структур кинофикации, кинотеатров касаются уже каждого участника процесса.

Буквально за несколько месяцев меняется вся структура деятельности кинотеатра: от источников формирования репертуара до механизмов отчисления прокатной платы и налогов.

Решение о приватизации кинотеатров было не обязательным, а на усмотрение местных властей. В результате активного противодействия со стороны работников кино местные советы вынуждены были принимать политические решения о запрете приватизации или перепрофилирования кинотеатров. В итоге большая часть кинотеатров так и не была приватизирована.

Творческая свобода киностудий и финансирование от спонсоров привели к печальному для кинотеатров результату: «кооперативное кино» — киноподелки, снятые бывшими администраторами и осветителями, заполнили весь рынок кинопроката.

Инфраструктура кинотеатров с каждым днем ветшала, посещаемость стремительно снижалась. Завершающей точкой в падении советского кинематографа стал распад Советского Союза в декабре 1991 г.

Период с 1992 по 1996 гг. стал временем окончательного слома советской командно-административной системы управления киноотраслью, в результате которого предприятия проката и кинопоказа обрели экономическую самостоятельность в условиях рыночной экономики, сохранив при этом в большинстве своем статус муниципальных предприятий.

И лишь в 1996 году, с открытием первых современных коммерческих кинотеатров, рынок кинопоказа как будто проснулся после многолетней спячки, но потребность в зданиях советских кинотеатров необратимо исчезла. С приходом крупных торговых центров появились и новые кинотеатры, с меньшими по размерам залами, комфортными и уютными. Теперь неотъемлемыми составляющими просмотра кино являются, помимо непосредственно кинопроката, и другие функции, которым не находится места в старых кинотеатрах.

Кинотеатры такой большой вместимости, как «Юбилейный» в настоящее время не востребованы. Для размещения торгового центра он не удобен, а для выставочной деятельности неподалеку существует арт-галерея. Участок, занимаемый кинотеатром «Юбилейный», очень привлекателен для инвесторов, желающих вложиться в строительство многоквартирной высотки, но на законных основаниях снос здания невозможен, поскольку кинотеатр «Юбилейный» состоит на государственной охране как объект культурного наследия регионального значения. Поэтому новому собственнику, если таковой появится, придется предложить варианты его приспособления к современному использованию.

Типологические особенности здания кинотеатра представляют определенную трудность в решении этой проблемы, но оно имеет выгодное градостроительное расположение. Здание находится в старом центре района на пересечении транспортных и пешеходных потоков.

В настоящее время активно ведутся поиски инвестора, который решит проблему приспособления памятника к современному использованию.

Примеры подобных удачных проектов есть в Волгограде. Например, креативное пространство «Лофт 1890», находящееся в Центральном районе города (рис. 6). Обветшавшее здание удалось отлично приспособить для коммерческого использования. Ранее, до революции, здесь была складская контора Жигулевского пивоваренного завода. В 2010-х годах произошла комплексная реставрация здания, причем при восстановительных работах использовался настоящий кирпич XIX века, подлинные сохранившиеся деревянные балки из разрушенных домов и другие аутентичные материалы того времени. Сейчас в здании находятся различные офисы, чайные и бары, IT-студии и творческие мастерские.



Рис. 6. Здание «Лофт 1890» после реконструкции. Главный фасад

В данном случае заинтересованность собственника в конечном результате дала свои плоды.

Но с кинотеатром «Юбилейный» все обстоит несколько сложнее. Дореволюционные здания представляют намного больший интерес для инвесторов и с точки зрения повышения своего престижа и легкости объемно-планировочного разбиения на фрагменты, сдаваемые мелким арендаторам. Но пришедшие в упадок общественные здания 1960—1970-х годов, подобные кинотеатрам с залами большой вместимости, не считаются перспективным и выгодным вложением. В постсоветских городах, в том числе и в Волгограде, много построек, которые утратили свою функцию и актуальность. К ним относятся, например, многие дома культуры — своей первоначальной функции они уже не выполняют, поскольку самодеятельное творчество больше не поддерживается государством, и коммерческого потенциала не имеют, так как признание их объектами наследия налагает значительные обременения на собственников. Поэтому в ближайшие десять-пятнадцать лет все волгоградские ДК, даже признанные памятниками архитектуры, могут либо повторить судьбу «Юбилейного», либо будут снесены, либо кардинально переоборудованы.

Налицо потребность в удачных архитектурных проектах, дающих уверенность в будущей окупаемости. Вкладывать миллионы в реконструкцию здания, куда не зайдет ни один арендатор, не станет ни один предприниматель, а в Волгограде, увы, и без того хватает невостребованной коммерческой недвижимости.

Чтобы вместо старых разрушенных построек с заколоченными окнами в Волгограде начали появляться новые офисные здания, досуговые центры и культурные пространства, городским властям надо создавать привлекательную инвестиционную почву и активнее поддерживать как крупный, так и малый бизнес.

Памятники архитектуры, истории и культуры сегодня находятся под покровительством государства. Одним из способов спасения архитектурного наследия российские власти, например, считают передачу их в собственность или длительную аренду предпринимателям.

Важно понимать, что правильно выбранное место для размещения кафе, магазина или культурного центра — это половина успеха. Именно это помогает обратить внимание на какой-либо ветшающий объект градостроительного наследия. Одна из главных особенностей крупных советских кинотеатров и дворцов культуры, даже ветхих — это их расположение. Таким образом, на территории присутствует не только дух прошлого, но и оживленное интенсивное пешеходное движение.

Однако, несмотря на заманчивые достоинства расположения, большинство исторических зданий совершенно не приспособлено для эксплуатации в своем новом качестве. Серьезным препятствием на пути их будущих владельцев станет техническое состояние строения. Кроме того, если здание требует реконструкции, то все действия, связанные с ней, предприниматель должен будет согласовывать с региональными государственными органами охраны памятников. Главный вопрос состоит в определении того, что

составляет предмет охраны памятника. Как сохранить подлинность объекта, не потерять его идентичности и при этом обеспечить определенную гибкость в вариативности его приспособления к современному использованию?

В Москве уже стартовала программа реконструкции советских кинотеатров в многофункциональные районные центры сети «Место встречи» (рис. 7, 8). Ветхие советские здания реконструируются, они превращаются в многофункциональные районные центры.



Рис. 7. Кинотеатр «Эльбрус» до реконструкции. Главный фасад



Рис. 8. Кинотеатр «Эльбрус» после реконструкции. Главный фасад

Кинозалы сохраняются в большинстве новых центров, но их внутреннее функциональное наполнение будет значительно увеличено. К кинотеатрам добавятся пункты питания — кафе и рестораны, современные фудхоллы, а также развлекательно-образовательные клубы для детей, спортивные студии, площадки для проведения мастер-классов и других мероприятий, семейные досуговые центры, книжные магазины, сетевой супермаркет и товары для дома. Наполнение каждого районного центра адаптируется под потребности жителей конкретных районов.

Реконструкция советских кинотеатров — обширная городская программа по развитию социокультурных объектов в спальных районах Москвы. Это возможность превратить устаревшую инфраструктуру в новые центры притяжения горожан.

В советский период кинотеатры были точками притяжения и сосредоточения общественной и культурной жизни района. Они строились с 1930-х по 1980-е годы и всегда были популярными местами. С течением времени посетители сделали выбор в пользу качественного звука и изображения в современных кинотеатрах, и советское наследие пришло в упадок. В лучшем случае районные кинотеатры использовали под рынки и офисы, в худшем они закрывались, и здания простаивали десятилетиями.

К началу программы по реконструкции большинство кинотеатров оказались заброшенными и находились в ветхом и даже аварийном состоянии.

В спальных районах Москвы не хватает качественных торговых и развлекательных объектов, и реконструкция кинотеатров помогает решить эту проблему.

Таким образом, проблему простаивающих советских кинотеатров решают в Москве, этот опыт может быть очень полезен для решения аналогичных вопросов и в других городах России.

Мы хотим, чтобы и в нашем городе проводились проекты по реконструкции зданий, и хотим, чтобы кинотеатру «Юбилейный», который был центром притяжения Красноармейского района Волгограда, дали новую жизнь.

Главная задача состоит в том, чтобы грамотно переопределить или же восстановить функциональное значение здания.

Мы предлагаем следующие варианты реконструкции:

1) сохранить функцию кинотеатра и в своем роде создать на этом месте Дом культуры, чтобы это было местом для демонстрации фильмов и развития молодежи;

2) реконструировать коробку здания и надстроить этажи, используя при этом и соседнюю территорию, достаточно просторную для строительства, создать на месте «Юбилейного» жилой дом;

3) создать новое офисное пространство, используя при этом опыт «Лофта» в Центральном районе Волгограда. Таких мест в Красноармейском районе практически нет, и новое пространство создаст рабочие места в районе и привлечет жителей других районов посещать самый южный район города;

4) более радикальный вариант использования памятника в современных условиях состоит в том, чтобы сохранить исключительно нематериальную составляющую ОКН — дух и память места. Поскольку здание кинотеатра «Юбилейный» построено по типовому проекту, который был реализован в ряде других городов Советского Союза, и, кроме того, находится в аварийном состоянии, а функциональное назначение не актуально, мы допускаем возможность его сноса и организации тематической рекреационной зоны с исторической инсталляцией на тему «Кинотеатры и зрелищное искусство в СССР». Данное решение может стать компромиссным, поскольку позволит на месте уже практически разрушенного здания воссоздать его облик. Здесь может быть два пути: проекционные инсталляции с помощью современных медиатехнологий и структурные репрезентации отсутствующих, утраченных сооружений (степень разрушения «Юбилейного» позволяет нам отнести его к таковым).

Примеры последних решений уже существуют в истории архитектуры и учитывая значимость критерия подлинности они представляются нам этически более предпочтительными. Они сохраняют историческую память об объекте, питая «дух места», а не воссоздают объект заново, копируя утраченное.

Первый существующий аналог — мемориал Франклина, Вентури. В 2010 году мемориал Бенджамина Франклина в Филадельфии (1976), где Роберт Вентури и Скотт Браун реконструировали утраченные здания в виде белых силуэтов в масштабе 1:1 (рис. 9).

Второй пример исторической инсталляции в архитектуре проект Рикардо Бофилл — церковь Мериткселльской Девы 1978 года (рис. 10).



Рис. 9. Мемориал Франклина,
Вентури



Рис. 10. Церковь
Мериткселльской Девы

В результате пожара в 1972 году одна из главных святынь Андорры — церковь Мериткселльской Девы — была разрушена полностью, за исключением апсиды, свода над алтарем и часовни. Бюро Рикардо Бофилла занялось восстановлением храма. Главный архитектор сразу решил создать нечто совершенно новое на основе оригинальных деталей здания и с учетом богатой истории места. Так появился уникальный комплекс, где сохранилось уникальное романское наследие — типичная для Андорры черная каменная кладка и арки сочетаются с современными архитектурными решениями и технологиями.

Последний подход нам представляется более «честным» по отношению и к памятнику и к последующим поколениям, поскольку возможность копирования, повторения влечет обесценивание оригинала.

Библиографический список

1. Об объектах культурного наследия (памятниках истории и культуры) народов Российской Федерации : Федеральный закон от 25.06.2002 № 73-ФЗ (последняя редакция) [Электронный ресурс]. URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_286456/ (дата обращения: 22.11.2022).
2. Архитектура кинотеатров / В. В. Щербаков, В. Е. Быков, Г. К. Белилин и др. М. : Государственное издательство литературы по строительству и архитектуре, 1955. 166 с.
3. Баикатов В. С. Морфологический анализ в оценке памятников культурного наследия // Имущественные отношения в Российской Федерации. 2009. № 11(98). С. 84—100.
4. Валеграхов В. М., Петров А. Проблемы оценки памятников архитектуры. Особенности российской практики // II Междунар. студенческий конгресс. 12—26 апреля 2011 г.
5. Габдрахманова Е., Мингазов И. Э. Сохранение национального достояния и архитектурного наследия в РТ на примере дома Фукса (г. Казань) [Электронный ресурс]. URL: <https://core.ac.uk/download/pdf/197413769.pdf> (дата обращения: 02.10.2022).
6. Едакина Д. А., Черняк Э. И. Феномен архитектурного наследия // Вестник Томского государственного университета. Культурология и искусствоведение. 2021. № 41. С. 215—224.

7. *Иконников А. В.* Архитектура XX века. Утопия и реальность : в 2 т. М. : Прогресс-Традиция, 2002. Т. 2. 672 с.
8. *Луков А. В., Владимирова И. Л., Холицевников В. В.* Комплексная оценка зданий-памятников истории и культуры на рынке недвижимости : научно-учебное издание. М. : АСВ, 2006. 344 с. URL: <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN5930934509.html> (дата обращения: 05.12.2022).
9. *Мамадназаров М. Х.* Архитектурное наследие // Памятники Отечества : альманах Всероссийского общества охраны памятников истории и культуры. М., 1990. № 1(21). С. 106—114.
10. *Орешко А. Н.* Гуманизация архитектурной среды (на примере г. Екатеринбурга) // Архитектон: известия вузов. 2010. № 2(30). С. 4.
11. *Савицкая А. В., Чистова А. Ев., Прядко И. П.* Проблема сохранения архитектурных памятников старой Москвы в оценке жителей мегаполиса // Строительство: наука и образование. 2013. № 1. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/problema-sohraneniya-arhitekturnyh-pamyatnikov-staroy-moskvy-v-otsenke-zhiteley-megapolisa> (дата обращения: 05.12.2022).

В. В. Тырин, Е. Г. Лактюхина

*Волгоградский государственный технический университет,
Волгоград, Российская Федерация*

НОВЫЙ УРБАНИЗМ В ПОСТСОВЕТСКИХ ГОРОДАХ: ПРОБЛЕМА ТРАНСПОРТА

В XX веке в СССР и США во время индустриализации массово возникали плановые города — города, возводившиеся на неосвоенной территории (или в случае СССР в послевоенный период на территориях, подвергшихся сильному разрушению). Специфика этих городов — следование лозунгу Ле Корбюзье «План — диктатор»: в них все подчинено выполнению четких функций. Как правило, эти функции диктует промышленность города. Заводы и фабрики — главные объекты советского города, остальные элементы структуры подчинены именно им. Расположение домов, социальной инфраструктуры и дорог отталкивалось от промышленных зданий и заводов. Из-за таких особенностей город был удобен для экономического развития, но не для граждан.

Ключевые слова: хипстерский урбанизм, мобильность, новый урбанизм, автомобилизация.

В последние десятилетия XX века в США и ряде стран Западной Европы (в современной России несколько позже) появляется новое представление о должном городском строительстве, названное новым урбанизмом. Основной его идея является возврат к городу для людей. Самым популярным идеологом и выразителем этих идей является американская исследовательница Джейн Джекобс [4].

Развитие идеи проектирования города, удобного для жизни, приводит к значительной трансформации промышленных городов и кварталов с плановой застройкой. Новая городская идеология заставляла преобразовать серый промышленный город в город, удобный для граждан. Такой город «раскрашивает в яркие цвета заборы и устанавливает на каждом углу контейнеры для сортировки мусора» [1]. В рамках нового урбанизма появляется идеология «хипстерский город», ее выразителем является датский архитектор Ян Гейл. Главными местами такого города являются отнюдь не заводы и фабрики, а открытые городские пространства для людей, где можно проводить свободное время, встречаться с друзьями и развлекаться: «Не спрашивайте меня, сколько людей живет в городе — спросите, сколько получают от этого удовольствие. Город должен быть как хорошая вечеринка — если я возвращаюсь домой до трех часов ночи, значит, он не удался. Город — это ярко. Город — это непрерывная череда событий. Город — это там, где есть куда пойти» [1]. Такой город принадлежит гражданам. Дворы и бульвары становятся общественным пространством. Яркий пример реализации идеологии хипстерского урбанизма — Стамбул, ставший местом хипстерского туризма для жителей европейских стран.

Важным элементом города, видимого через призму хипстерского урбанизма, является мобильность. «Мобильность — реальные и потенциальные перемещения в их связи с социальными отношениями в пространстве и времени» [6].

Большую часть XIX века граждане городов передвигались в основном пешком, реже верхом и на конных упряжках. Появление первых транспортных средств передвижения сильно изменило городскую мобильность вследствие чего перед человеком открывался огромный спектр возможностей благодаря повышенной мобильности. Появление электрического трамвая принесло понятие общественного транспорта, который позволял сделать городские поездки более дешевыми и скоростными, относительно пешего передвижения. Спустя многие десятилетия города обзавелись другими видами общественного транспорта: трамваи, автобусы, троллейбусы. Вукан Вучик считает, что транспорт играл заметную роль не только при основании городов, но и в их дальнейшем территориальном росте и экономическом развитии [3].

Глобальная автомобилизация оказала мощнейшее влияние на конструкцию города. С появлением автотранспорта на дорогах и магистралях стали образовываться заторы. «На данном этапе возникла глобальная дилемма: либо соглашаться на коренную реконструкцию городов, адаптируя их к неограниченному использованию автомобилей, либо искать пути координированного использования различных видов передвижений с тем, чтобы качество жизни в городах улучшилось, а не деградировало. На протяжении последних десятилетий во многих странах мира были опробованы самые различные варианты транспортной политики и накоплен огромный практический опыт их реализации» [2]. Однако преобладание автомобилей над общественным транспортом привело к ухудшению городской мобильности. Для решения данной ситуации была представлена «идея городов, удобных для жизни». Вукан Вучик отмечает, что раньше признаком удобного для жизни города признавалось сочетание здоровой экономики и стабильных социальных отношений с гуманитарно-ориентированной городской средой, практически недостижимой в «автомобильно-зависимых» городах [3]. Сегодня город является удобным, если сочетает в себе разные виды транспорта, при этом доминирует экологичный.

На сегодняшний день метрополитен превосходит многие виды общественного транспорта по показателям вместимости пассажиров, скорости, безопасности и расходам. Во многих городах России существуют системы метрополитенов, которые представляют хорошую альтернативу автомобильным поездкам. Так, в Волгограде с давних времен существует скоростной трамвай (СТ). Однако это самый дорогой вид транспорта исходя из затрат на построение его инфраструктуры, не все города могут себе позволить его развивать.

Так, в 2022 году в Волгограде по дорогам пустили новый для этого города вид общественного транспорта — электробус. Поступило большое количество

позитивных отзывов со стороны местных жителей, но некоторая часть населения была недовольна отсутствием электробусов на определенных маршрутах. При этом следует отметить, что часто для обогрева салона зимой используется дизельное топливо, кроме того, сопутствующие электропотери и необходимость утилизации электрической батареи делают этот транспорт не вполне экологичным. Электробус, по крайней мере, часть пути, где нет контактной сети, передвигается как обычный автотранспорт и также создает заторы, перегружая дороги.

Во многих европейских городах наблюдается возврат к трамваям. Это обуславливается следующими факторами:

- трамвай — удобный способ передвижения по всему городу в связи с отсутствием наличия пробок;
- трамвай является наиболее экономичным средством общественного транспорта внутри города;
- современный трамвай — экологичный общественный транспорт, не загрязняющий окружающую среду;
- городской трамвай хорошо вписывается в дизайн города.

Большинство стран Европы выделяют средства на создание и поддержание трамвайных сетей. Так, в 2021 году в городе Тампере открыли первую трамвайную линию.

Однако в России наблюдается обратная тенденция. В 2004 году в Архангельске по улицам прекратил работать городской трамвай, а спустя 4 года закрылось троллейбусное движение. Одной из причин отказа от трамваев и троллейбусов считается не популярность данных транспортных средств. Городской электротранспорт не способен конкурировать с другими видами транспорта. Жители предпочитают пользоваться автобусами и маршрутками, нежели трамваями и троллейбусами. Однако не все жители России с этим согласны. Так, в 2018 году жители Астраханской области требовали восстановить движение электрического транспорта, а именно троллейбуса и трамвая. Жители собрали 21 тысячу подписей, а также высказали свое мнение. «Людям не на чем ехать, общественного транспорта нет. Не снимайте [троллейбусные] провода. Мы следим за этими проводами, вы их пока оставили. Верните троллейбус, трамвай. Но не надо электробусы, они очень дорогие, они по 15 миллионов, а троллейбус — три. Понимаете? Что лучше купить, это или это? Вы никогда не купите электробусы, так как они дорогие, они трудны в заправке, и они трудны в ходьбе. Поэтому не выгодны электробусы, выгодны трамваи и троллейбусы для нашей Астрахани. В любом городе есть трамваи и троллейбусы, чем же наш-то хуже?» [5]. Однако трамвай город все-таки потерял.

Еще одна причина отказа от троллейбуса и трамвая — отсутствие финансирования. Поддержка и развитие данных транспортных средств и их дорожных сетей требует политического решения. Современные компании по производству индивидуальных и общественных транспортных средств создают решения, экологичные для природы. Транспорт должен быть удобным

не только для людей, но и экологичным для природы. В связи с этим в общественность вышли электромашины, гибриды и электрогибриды, машины с экологичными внутренними составляющими. Вышеописанный электробус отчасти является таким транспортным средством.

В современном городе, ориентированном на удобство перемещения людей, не стоит забывать про транспорт других категорий. В настоящее время во многих европейских городах развиваются инфраструктуры для перемещения в городе на самокатах и велосипедах. По результатам массовых опросов, каждый четвертый житель России регулярно катается на велосипеде. В городах существуют люди, которые готовы пересесть с автомобиля на велосипед. На вопрос «Есть ли в вашем населенном пункте условия для комфортной езды на велосипеде?» больше половины опрошенных отвечали отрицательно. Кроме этого, отсутствие велодорожек, плохие дороги, отсутствие специальных парков делают велосипед не самым привлекательным транспортным средством в городе [2].

В европейских странах дела обстоят иначе. В Копенгагене активно ведется постройка скоростных велодорожек. На таких дорогах через несколько километров друг от друга установлены пит-стопы, где можно накачать шины, исправить цепи. Такие велодорожки существуют во многих городах Европы. Яркими примерами являются Амстердам, Берлин, Валенсия. Кроме этого, в Барселоне решили улучшить условия велосипедистов, построив умные парковки, которые позволили избавиться от краж велосипедов. Благодаря велосипедному транспорту, центральные части городов были разгружены от автомобилей.

Переход к экологичному транспорту требует не только создания инфраструктуры, но ориентации всей градостроительной политики на удобство человека в повседневной жизни, понимания рутинных перемещений как важной составляющей повседневности и того, что в современном городе именно оживленные улицы становятся градообразующим элементом.

Библиографический список

1. *Вахитайн В. С.* Пересборка города: между языком и пространством // Социология власти. 2014. № 2. С. 9—38.
2. Велосипедисты, крутим педали! // ВЦИОМ НОВОСТИ : [сайт]. URL: <https://wciom.ru/analytical-reviews/analiticheskii-obzor/velosipedisty-krutim-pedali> (дата обращения: 05.12.2022).
3. *Вукан Р. Вучич* Транспорт в городах, удобных для жизни / Пер. с англ. А. Калинина ; под науч. ред. М. Блинкина // Территория будущего, 2011.
4. *Джейкобс Д.* Смерть и жизнь больших американских городов. М. : Новое издательство, 2011. 460 с.
5. От астраханских властей потребовали возрождения трамваев и троллейбусов // АРБУЗ TODAY : [сайт]. URL: <https://arbuztoday.ru/ot-astraxanskix-vlastej-potrebovali-vozrozhdeniya-tramvaev-i-trollejbusov/> (дата обращения: 05.12.2022).
6. *Урри Д.* Мобильности / Пер. с англ. А. В. Лазарева. М. : Издательская и консалтинговая группа «Праксис», 2012.

А. В. Черкасова

Научный руководитель — Ю. В. Янушкина

*Волгоградский государственный технический университет,
Волгоград, Российская Федерация*

АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ПРИСПОСОБЛЕНИЯ ОБЪЕКТОВ КУЛЬТУРНОГО НАСЛЕДИЯ К СОВРЕМЕННОМУ ИСПОЛЬЗОВАНИЮ

Статья посвящена проблеме приспособления исторической застройки к новым функциям. Постоянно развивающаяся сложная система города, живущая как в пространстве, так и во времени, заставляющая изменять отношение к эстетическим требованиям сталкивается с проблемой сочетания одновременно сформированных элементов. Данная проблема рассмотрена с точки зрения взаимодействия сохраненного старого и необходимого нового, формирования исторических памятников и их интеграции в новую систему.

Ключевые слова: историческая застройка, архитектурная среда, лицо города, исторические здания, сохранение и использование, архитектурный ансамбль, городская среда, композиция.

Архитектура является неотъемлемой частью среды жизнедеятельности человека, которая формируется на протяжении многих веков и десятилетий исходя из условий времени, места, используемых строительных материалов, методов, средств и традиций в строительстве. Историческая архитектурная застройка, несущая на себе наслоения культурных пластов разных эпох, определяет индивидуальность мест и облик городов, играет определяющую роль в преемственности культур эпох [1].

Важным фактором для осознания существующей проблемы такой застройки является понимание, что город живет не только в пространстве, но и во времени. Город — динамическая система, которая, в соответствии с развитием потребностей общества, находится в постоянном процессе изменения. Фактор времени также участвует в формировании эстетичных свойств города, образ которого в значительной степени определяется связью разных временных линий.

В силу этого проблема сохранения исторической застройки приобретает особую актуальность на современном этапе развития общества. Однако как объекты, имеющие значительный хронологический возраст, исторические здания постепенно перестают удовлетворять функциональным, конструктивным, гигиеническим требованиям. Это действительно является проблемой, требующей срочного решения, в противном случае, если за сохранение исторической застройки и приспособление ее к новым требованиям не возьмутся архитекторы, этот вопрос будет решаться в обход законодательства посредством убеждений и личных договоренностей.

Закон Российской Федерации об объектах культурного наследия дает следующее определение понятия «приспособление» — научно-исследовательские, проектные и производственные работы, проводимые в целях создания условий для современного использования объекта культурного наследия без изменения его особенностей, составляющих предмет охраны, в том числе реставрация представляющих собой историко-культурную ценность элементов объекта культурного наследия.

Если не трогать сложные реставрационные работы, в большинстве случаев сопровождающие процесс приспособления здания, обратим внимание на «создания условий для современного использования объекта». Под эту формулировку попадают два типа работ с объектом архитектурного наследия:

1. Повышение комфортности (*adaptation*). Пользуясь достижениями научно-технического прогресса, здания делают более удобными для эксплуатации. Необходимость в этом вызвана меняющимися условиями города: рост городского населения, более внимательное отношение к людям с ограниченными возможностями, ухудшающаяся экологическая обстановка и пр. Характерные примеры адаптации зданий: монтаж лифта, устройство отопления, электрификация, установка систем кондиционирования, расширение площадей и т. д.

2. Переориентация (*conversion*). Смена функции здания и его образа, или, словами Ю. Г. Боброва, «комплекс различных операций, призванных придать произведению вид или свойства, которые обеспечат ему не только дальнейшую сохранность, но и возможность играть свою роль в системе культуры, т. е. адаптируют, включают его в современную культуру». Нередко первоначальное предназначение исторического здания теряет свою актуальность. Здание возвращают к жизни, наделяя его новой функцией полностью или частично.

Оба вида приспособления необходимы для сохранения исторических зданий. Но если первый вариант работает исключительно на повышение утилитарной ценности памятника, то в рамках второго возможна максимизация также исторической, градостроительной и эмоциональной ценностей, что, однако, не всегда учитывается и редко используется.

В сложившейся практике приспособления исторических зданий нужно отметить, что приоритет отдается торговой и бизнес-функции. Особенно это хорошо видно на исторической застройке в центре города, когда первые этажи изначально полностью жилых зданий преобразуют в общественные.

Большинство объектов культурного наследия, расположенных на территории Российской Федерации, находится в государственной или муниципальной собственности. Значительная часть из них передается физическим и юридическим лицам в долгосрочную аренду или безвозмездное пользование на условиях, предусмотренных законодательством.

Те организации, которые берут в аренду памятник архитектуры, вместе с выгодным расположением и престижной исторической нагрузкой получают обязательства по сохранению и реставрации памятника, причем налоговые

или иные льготы для них не предусмотрены или реализуются в исключительно редких случаях. И при всем при этом, площади все еще остаются на низком уровне приспособления к новым функциям. Вполне естественно, что организации, арендующие памятник, вынуждены стремиться к максимальному повышению его утилитарной ценности, чтобы окупить расходы по его содержанию. Часто это осуществляется в ущерб художественно-эстетическим и другим важным качествам памятника: производится косметический ремонт с применением недорогих современных материалов, монтируются и демонтируются перегородки, устраиваются и закладываются проемы в несущих стенах, пристраиваются и надстраиваются дополнительные объемы часто без необходимого обследования конструкций сооружения и историко-культурного анализа вносимых изменений. Это неизбежно сказывается на художественном образе как самого здания, так и улицы в целом, и как следствие, на историческом облике города.

Проиллюстрировать данную тенденцию можно на примере Волгограда, а именно: проспект им. Ленина (рис.), ул. Дзержинского, архитектурный ансамбль площади Павших Борцов. Вне зависимости от периода застройки, расположения (центр или окраина), изначальной функции здания или его финального варианта, проблема остается одна: каждый новый владелец первого этажа здания исторической застройки, организуя свою входную группу, меняет фасад исторического здания, тем самым нарушая композиционную целостность, художественную значимость и эмоциональную выразительность как памятника в частности, так и ансамбля улицы в целом.



Современное состояние жилой исторической застройки по пр. им. Ленина с первым общественным этажом

Это сложный вопрос, решение обозначенной проблемы ставит сложную комплексную задачу, и она должна основываться на изучении конструктивных, правовых, архитектурных, историко-культурных и градостроительных аспектов. Развитие города невозможно без совершенствования его архитектуры и социальной инфраструктуры, которая должна соответствовать современным требованиям. Но также очевидна необходимость сохранения

историко-архитектурного наследия. Архитекторы, используя свои знания и опыт, должны найти способ скомбинировать две задачи, чтобы найти решение проблемы пустеющей исторической застройки.

Людьми необходимы памятники, которые отражают социально общественную реальность жизни. Отчужденная, превращенная в музейный экспонат архитектура уменьшает силу воздействия. Сооружения, не участвующие в функциональной системе города, остаются вне жизни и времени, а люди не воспринимают их истинную ценность. Чтобы старое воспринималось как жизнеспособная ценность, оно должно иметь место в жизнедеятельности новой системы. В противном случае оно останется вне эстетических ценностей, в абстрактном, лишенном жизни пространстве. Отметим также, что архитектурное произведение зачастую неотделимо от своей «биографии», и позднейшие дополнения могут быть столь же ценны, как и оригинал: они выражают зрительное воплощение композиции во времени. Понятие памятника, таким образом, не отчуждает архитектурное произведение от жизненных процессов города. Памятник должен быть в единстве функциональных связей города. Для этого нужно привести исторически сложившуюся структуру сооружений в соответствие с постоянно растущими требованиями населения, при этом сохранив атмосферу и аутентичность отдельных зданий и целых улиц.

Совершенствование архитектурного наследия и использования в современных условиях — чрезвычайно актуальная задача настоящего [4].

Библиографический список

1. *Азатян К. Р., Енгоян А. Р.* Проблемы интеграции старого и нового в процессе развития городского пространства // Вестник МГСУ. 2014. № 6. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/problemy-integratsii-starogo-i-novogo-v-protssesse-razvitiya-gorodskogo-prostranstva> (дата обращения: 03.12.2022).

2. *Бабина Е. С.* К вопросу о ценности памятников архитектуры и исторических зданий при их приспособлении в условиях современного города // Архитектон: известия вузов. 2013. № 2(42). С. 7.

3. *Панкратова А. А., Соловьев А. К.* Проблемы сохранения и использования исторической застройки в современной архитектуре города // Вестник МГСУ. 2015. № 7. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/problemy-sohraneniya-i-ispolzovaniya-istoricheskoy-zastroyki-v-sovremennoy-arhitekture-goroda> (дата обращения: 03.12.2022).

И. В. Шевчук, Т. В. Виноградов, И. И. Соколов

*Волгоградский государственный технический университет,
Волгоград, Российская Федерация*

ОСНОВНОЙ ВЕКТОР СОВРЕМЕННЫХ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЙ АРХИТЕКТУРНЫХ ПРОСТРАНСТВ ОБЩЕСТВЕННЫХ ЦЕНТРОВ

Проанализированы архитектурные объекты в исторической застройке линейного города Волгограда. Сформулированы основные направления качественного преобразования архитектурной среды общественных центров исторического города. Основное внимание уделено исследованию особенностей ревалоризации среды городских центров в условиях рыночной экономики.

Ключевые слова: общественные центры, архитектурно-пространственная среда, планировочные решения, многофункциональные комплексы.

При формировании и ревалоризации центров городов задача заключается в усилении их роли как мест концентрации общественной жизни населения и создании оживленной, выразительной, многофункциональной пространственной среды, что актуально на современном этапе.

Объект исследования — многофункциональная пространственная среда.

Предмет исследования — реконструируемая архитектурно-объемная среда.

Цель работы: повышение экологической и архитектурно-пространственной роли городской среды от воздействия различных неблагоприятных факторов.

Современные преобразования архитектурно-пространственной среды центров крупных городов, а также определение методов их совершенствования — это основные рассматриваемые направления в данной статье.

Задачи:

- 1) выявить основные неблагоприятные факторы воздействия на развитие архитектурно-планировочных объектов;
- 2) улучшить научно-методический подход к формированию объемно-пространственных структур.

Учитывая историческую планировку застройки, обзору существующего современного этапа на сегодняшний период предшествует анализ и установление планировочных структур в качестве архитектурной организации общественных центров.

Авторами были обследованы планировочные районы Волгограда.

На основе анализа планировочных районов, включая общественные центры, можно заключить следующее:

- большинство районов развивалось в соответствии с генеральными планами, которые разрабатывались в ведущем институте «Гипрогор» (Москва);

- в генплане линейного города была выявлена планировочная структура общественных центров;

- предусматривались строгая функциональная организация системы центров и четкое разграничение жилых и общественных функций;

- в реконструированных общественных центрах города современность становится основным принципом существующей пространственной организации среды. В литературе по градостроительству особое внимание уделялось средовому проектированию (основные разработки были сделаны известными теоретиками и практиками градостроительства — З. Н. Яргиной, А. Э. Гутновым, С. О. Хан-Магомедовым, В. Л. Глазычевым, Е. В. Беляевой и др.) в ведущих институтах по проектированию городов [1];

- градостроительство выполняло заказ общества, основывающийся на плановом финансировании;

- в конце XX в. проявились некоторые отрицательные критерии в практике и теории градостроительства, которые были подвержены критике и привели к необоснованному отказу от градостроительной документации;

- в конце XX—начале XXI вв., основываясь на фундаментальных социально-экономических условиях нашей страны, был найден отклик в преобразовании общественных центров планировочных районов городов.

Среди существующих проблем сегодняшнего времени можно выделить следующие:

- 1) использование и сохранение исторического наследия в современном социальном времени;

- 2) архитектурно-пространственная организация застройки городских центров в условиях рыночных преобразований на современном этапе;

- 3) транспортная организация и пешеходное движение;

- 4) совершенствование облика архитектуры зданий и сооружений, включая многофункциональные комплексы.

На основе вышеизложенных проблем общественные центры базируются на конкретных новых жилых и общественных зданиях и сооружениях линейных городов. Проанализированы проблемы контекстуальности и гармонизации функционально-экономической структуры с сохранением исторического развития в реконструируемой среде архитектурных территорий. Это значит, что любой архитектурный объект должен восприниматься именно в конкретном месте так, чтобы его нельзя было представить в другом контексте. Именно тогда архитектура будет гармонично вписываться в окружающую среду и дополнять ее.

Необходимо уделять серьезное внимание архитектуре современных зданий и сооружений, их стилистике и новым взглядам архитекторов на современные перспективные решения. Появляются современные прогрессивные подходы и новые конструктивные решения, базирующиеся на новых материалах в строительстве, что приведет к созданию новых архитектурных решений (рис. 1).



а



б

Рис. 1. Проектное предложение архитектурно-пространственной среды торговых центров в Волгограде: *а* — ТРЦ «Акварель» (Советский район);
б — Ворошиловский торговый центр (Ворошиловский район)

Анализ исторического и современного опыта способствует развитию теории формирования городской среды, что поможет уберечь облик зданий и сооружений от архитектурно-строительных ошибок и недоработок [2].

Историческая среда городских центров остается базовой, и усиление ее роли может происходить при изменяющихся социально-экономических, функциональных и эстетических требованиях.

На новых стадиях развития социальных условий необходимо отметить современные градостроительные процессы, что позволит выявить пути их перспективных направлений. На нынешнем этапе, в первую очередь, выделяются проблемы повышения эффективности использования территории городских общественных центров. Нерациональное освоение территории обусловлено следующими неблагоприятными факторами:

- 1) снос в больших масштабах существующей застройки, приводящей к хаотическому образованию свободных пространств;
- 2) недостаточное внимание к имеющимся ресурсам и возможностям;
- 3) интенсивное неразумное использование территории в кварталах малоэтажной застройки.

В результате модернизации исторической застройки часто происходит стихийный процесс переназначения и утраты уникальных объектов общественного назначения.

Известно, что рациональное использование территории общественного центра обосновывается эффективными факторами побуждения к более активной деятельности социальных процессов.

Группа показателей, функциональная насыщенность и плотность общественного и жилого фонда, может определить характер освоения территории общественного центра, что является основой для уплотнения и разуплотнения отдельных территорий центра.

В условиях многообразия планировочных решений центров городов до сегодняшнего дня нет конкретной и отработанной методологической системы реконструкции и реставрации архитектурной среды. Тем не менее на сегодня есть возможность выделить основные положения этой методологии, несмотря на то, что многие из них остаются весьма традиционными и официально одобренными:

1. Исторический подход к проблеме реконструкции — общественный центр с его функциональными зонами представляют непрерывно-развивающуюся систему, которая на каждом этапе должна отвечать требованиям своего современного и перспективного времени. Рубеж XX—XXI веков выделяется как переломный в социально-экономическом отношении, что вызывает изменение структуры и уровня жизни, переосмысление качеств сложившейся среды, появление новых функциональных и архитектурных решений (рис. 2).

2. Принцип преемственности остается основным в методологии реконструкции исторически сложившихся центров. Он явно просматривается особенно в тех районах, где до настоящего времени сохранилась пространственная среда, представляющая реальную архитектурную ценность [3].



Рис. 2. Проектное предложение архитектурно-пространственной среды торгово-делового центра «Диамант на Комсомольской» в Центральном районе Волгограда

3. Принцип контекстуальности в большой мере получил свое развитие в конце XX в. и продолжает быть главенствующим на сегодняшний день. Уважение подлинных ценностей памятников архитектуры и учет исторической застройки позволяют создать новые объекты с более выразительными архитектурно-пространственными элементами и их решениями, которые отвечают современным, перспективным, социальным и эстетическим требованиям.

4. Перспективный подход к реконструкции и реставрации среды каждого общественного центра на базе осмысления уникальных качеств его структуры, ценности, степени сохранности природного ландшафта и исторического наследия. На сегодняшний день серьезное значение имеют экономические возможности общества в целом и конкретного городского центра в частности.

5. Многогранный подход формирует общественный центр во взаимосвязи не только со всем городским организмом, но и с его планировочной структурой, а также с архитектурным обликом и существующей природной средой.

Данные направления могут быть решены на основе генеральных планов городов.

Инвестиции, новые формы собственности, рыночные отношения и условия землепользования позволили найти новые формы и условия для решения жилищной проблемы. Увеличилась застройка центральных районов, где остро стоит дилемма сноса старого фонда и возведения новых жилых домов.

В исторически ценной среде жилых образований выделяется метод сохранения существующей периметральной застройки при реконструкции и

реставрации фасадов зданий и их внутреннем преобразовании. Такой подход позволяет сохранить эстетичный облик среды и создать современный комфорт проживания. Для увеличения плотности центральных кварталов реконструкция должна осуществляться по принципу «решетчатой» структуры [4], способствующей преимуществу в социальном расселении, архитектурной цельности и экономичности использования земельных территорий (рис. 3).



Рис. 3. МОУ «Гимназия № 3 Центрального района Волгограда» внутри периметральной жилой застройки образует архитектурное единство с ней, формируя при этом эстетический облик городской среды

Новые жилые дома в центрах городов строятся в основном на участках, освободившихся от сноса малоэтажной застройки. Экономное отношение к земельному участку обуславливает возведение 16-, 19-этажных жилых домов. Весьма хаотичное массовое их появление существенно меняет облик центра, трансформируется значимость архитектурных доминант (рис. 4).

Изменения в жизни общества вызвали активность в торговых, финансово-кредитных, административно-деловых, культурных и других функциях, что обуславливает строительство новых общественных зданий и многофункциональных сооружений (банки, офисы, торгово-развлекательные центры, музеи, библиотеки и т. п.). Для этих целей используются и существующие объекты, когда реставрируются фасады, укрепляются конструкции, а здание наполняется новым содержанием.



Рис. 4. Высотный жилой дом на ул. Маршала Чуйкова, 51а в Центральном районе Волгограда — вертикальная архитектурная доминанта, выразительно возвышающаяся между двумя пятиэтажными домами

Интеграция разнообразных общественных функций с жилыми в структуре исторического центра — это современная альтернатива узкофункциональному разграничению территории, существовавшему в предшествующих десятилетиях [5].

Научная новизна исследования заключается в следующем: на пороге XXI в. приоритетным направлением является ресурсосбережение. К невозобновляемым ресурсам относятся земля, городское пространство, ландшафтная среда, поэтому приведение в порядок общественных центров намечается за счет уплотнения существующей застройки. К тому же начало XXI в. ознаменовано поисками новых стилистических форм в архитектуре жилых и общественных зданий, которые вживаются в историческую среду. Обилие архитектурных стилей может сделать облик городских центров более разнообразным, запоминающимся, способствовать улучшению психологической обстановке.

В реконструируемой среде остро стоит проблема сохранения или сноса отдельных зданий, в том числе и памятников архитектуры.

Практическая ценность заключается в необходимости объективного подхода к оценке их материально-технического состояния для определения реального срока возможного использования и необходимости реставрационно-восстановительных работ. Такой метод может стать эффективным при комплексном преобразовании городской среды.

Вдобавок к этому практическая ценность выделяется в модернизации отдельных многофункциональных комплексов, оптимизации транспортной

сети и пешеходного движения, а также в рациональном использовании дворовых пространств и совершенствовании архитектурного облика зданий и сооружений. Все это требует разработки новых методик определения финансовых затрат и нормативных материалов — критериев оценки плотности, что необходимо для принятия наиболее экономичного решения преобразуемой пространственной среды в настоящее время.

Такие современные приемы представляются весьма прогрессивными в методологии преобразования городских центров и могут получить дальнейшее развитие в средовой теории и практике.

Библиографический список

1. *Растяпина О. А., Ганжа О. А., Бабенко К. В.* Формирование методики оценки качества визуального облика городской среды // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Строительство и архитектура. 2018. Вып. 52(71). С. 188—198.

2. *Растяпина О. А., Бабенко К. В.* Методы оценки зрительного восприятия городского пространства // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Строительство и архитектура. 2017. Вып. 49(68). С. 228—238.

3. *Иванова Н. В., Антонова Н. Н.* Организация комплексного озеленения и благоустройства образовательной среды университета в подготовке специалистов-ландшафтников // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Строительство и архитектура. 2015. Вып. 41(60). С. 225—236.

4. *Сидоренко В. Ф., Соколов И. И., Ищенко В. К.* Эстетическое воспитание студентов в процессе архитектурного проектирования // Вестник Волгоградской государственной архитектурно-строительной академии. Серия: Гуманитарные науки. 2000. Вып. 1(3). С. 87—90.

5. *Людмирская Р. Г.* Основные направления и методы современных преобразований архитектурно-пространственной среды городских центров // Известия высших учебных заведений. Строительство. 2003. № 12(540). С. 84—88.

Н. А. Ястребова, И. Н. Етеревская

*Волгоградский государственный технический университет,
Волгоград, Российская Федерация*

СИСТЕМА НОВЫХ ВИЗУАЛЬНЫХ ОРИЕНТИРОВ ГОРОДСКИХ ПЕШЕХОДНЫХ ПРОСТРАНСТВ ВОЛГОГРАДА

Рассмотрены некоторые вопросы трансформации и развития компонентов планировочной структуры современного крупного города в условиях меняющихся гуманитарных компонентов, составляющих основу жизнеустройства социума в архитектурно-пространственной оболочке, созданной архитекторами.

Ключевые слова: городская среда, пешеходные пространства города, облик города, визуальные ориентиры.

Каждая эпоха порождает свои идеальные представления о городе, а городская среда является отражением жизни социума, транслирующего себя потомкам сквозь время и пространство через архетипы материальных объектов. Городская среда представляет собой поэтапное наслоение архитектурных объектов, а ее образ постоянно трансформируется и совершенствуется за счет обогащения противоположными по количественным и качественным характеристикам визуальными элементами [1]. Любой город имеет свое «лицо», зачастую, набор стереотипных образов, возникающих при упоминании его названия. Так, Волгоград чаще всего ассоциируется с мемориальным комплексом Мамаев курган и его главной доминантой — скульптурой «Родина-мать зовет!». Еще одним узнаваемым элементом образа города является пространственный «крест» центра города — площадь Павших Борцов, Аллея Героев, набережная 62-й армии.

Осознание необходимости целенаправленного проектирования пешеходных пространств как составляющих единой системы городских открытых общественных пространств и окружающих средовых элементов застройки является основой понимания возможных предпосылок в изменении образа города как набора информационных, коммуникативных, социально-просветительских, общекультурных и других узко утилитарных функций и свойств городской среды, потребляемых людьми. Архитектура традиционно описывается посредством геометрического кода и набором прагматических функций, что вовсе не означает, что ее формирование происходит исключительно на основе планиметрии и набора утилитарных функций. Архитектура является традиционно стабилизирующим элементом артикуляции того или иного визуального образа, в том числе и внутри пешеходного пространства с его универсальными (коммуникация, функционал) или уникальными (художественно-эстетическими) смыслами. Для градостроительной науки, в сферу интересов которой входит проектирование территориальных комплексов,

свойственен аналитический подход к предмету и объекту проектирования. Говоря о визуальном образе города, для начала стоит разделить понятия «образ» и «облик». Облик является физической стороной города и включает в себя здания, памятники и улицы, которые являются архитектурным полем города, он характеризуется активным развитием, изменчивостью и непостоянством. Образ города — это осмысление облика жителем (гостем) города. При этом облик проходит через процесс восприятия и осознания, подвергаясь личным стереотипам и представлениям. Образ, несмотря на относительно самостоятельный характер, будет находиться во взаимосвязи с обликом как объектом отражения [2]. Важно также отметить, что эти два понятия находятся в разных сферах существования: облик существует в реальной действительности, образ — в сознании субъекта [3]. Визуальный образ города является представлением самого города, его границ и структуры, базируется на основе психического сознания окружающей среды и субъективной связи существующих локаций с людскими воспоминаниями. Через него город становится изображением локального в общем [4].

Предметом изучения в объеме статьи является собственно планиметрические отражения архитектурной среды, составляющие в реальности трехмерные пространства, считываемые различными слоями человеческой общности большого города. Не менее важен аспект поиска базовых элементов, непосредственно влияющих на формирование образа средовых объектов и их воплощение в идеалистических принципах архитектурного творчества в процессе утилитарного проектирования [5].

Сложность и многогранность проблемы моделирования визуального образа города посредством формирования связной системы пешеходных пространств позволяет ограничиться определенной системой критериев для анализа и прогнозирования средовых объектов города. Основой выбора критериев классификации пешеходных элементов городской планировочной структуры являются:

- планиметрические критерии, лишены собственного значения, но наделены дифференциальным значением: угол, прямая, кривая; единицами первого членения будут: квадрат, треугольник, параллелепипед, эллипсис вплоть до более сложных неправильных фигур. Единицей второго членения будет соотношение планиметрии и пространственной геометрии;
- сложные пространственные образования — трехмерное пространство, единицей измерения является стабильные архитектурно-пространственные и территориальные комплексы;
- типологический код, представляет собой традиционный метод проектирования и является наиболее очевидной системой кодификации информации для будущего потребителя свойств средового объекта (в данном случае — пешеходного пространства).

Визуальные образы могут быть представлены как кодификация всех типов коммуникации, которые предусматривает городское общественное пространство. Архитектура является традиционно стабилизирующим элементом

прочтения того или иного визуального образа. Местом тесного взаимодействия общества с архитектурными объектами и пустотами их окружающими являются пешеходные пространства, наделенные реальными смыслами (утилитарными, художественными, эстетическими, культурно-просветительскими и др.). При этом основой для формирования самобытного средового наполнения пешеходной зоны могут стать объекты культурного наследия в их исторической среде и на сопряженной с ними территории [6].

В качестве анализируемых примеров выбраны наиболее известные, так называемые брендовые пространства Волгограда:

- относительно изолированный участок городской застройки от мостового перехода через Волгу до административной границы с Краснооктябрьским районом Волгограда;
- архитектурно-градостроительный ансамбль застройки площади Павших Борцов — Аллея Героев — верхняя терраса им. 62-й армии.

Самыми известными и популярными пешеходными городскими маршрутами являются пешеходные пространства Центрального района. Основу пешеходной зоны «центр» составляют элементы планировочной структуры Волгограда: архитектурный ансамбль Аллеи Героев — площадь Павших Борцов, ул. Мира, верхняя терраса набережной им. 62-й армии [7]. В начале XXI века в центре Волгограда была проведена реконструкция внешнего благоустройства и озеленения ансамбля Аллеи Героев — площадь Павших Борцов, позднее осуществлено воссоздание утраченного церковно-храмового комплекса набережной и площади Павших Борцов, разрушенных в 1930-х гг. В соответствии с предложенными планиметрическими критериями основу пешеходной зоны «центр» составляет пространственный крест. Трехмерное воплощение средового объекта может быть спроецировано как сеть исторических кварталов с регулярным метро-ритмическим строением, объединенных ортогональной сетью дорожно-транспортной сети. Элементами пешеходных пространств являются локальные планиметрические компоненты: локальные компактные открытые городские пространства, транзитные линейные компоненты, выполняющие функциональные связи и обеспечивающие поэтапность смены визуальных картин в процессе продвижения внутри пешеходной зоны. Система ориентиров внутри и во внешней среде пешеходной зоны «центр» имеет осевую схему. Визуальные оси ориентированы на локальные доминанты: продольная ось имеет визуальный северный ориентир ул. Мира — здание планетария, ориентиром и одновременно, доминантой широтной оси стал вновь возведенный собор св. Александра Невского. Русла пешеходных путей, а в соответствии с этим и восприятие среды полностью совпадает с улично-дорожной структурой и планировочным модулем квартальной исторической застройки. Герметичных городских пространств не бывает. Анализ традиционных пешеходных маршрутов в центральной части города выявил тенденцию к образованию на базе разрозненных компактных и линейных компонентов сетчатой структуры с отсутствием доминирующих визуальных ориентиров. Для преодоления

визуальной разрозненности пешеходных пространств необходимо сформировать сетевую структуру, основанную на ярко выраженных композиционных и смысловых доминантах и акцентах как в уровне планшета (поверхность земли), так и в уровне ограждений (застройка, озеленение) и заполнения пространства. Для формирования сетевой структуры пешеходных пространств и развития внутри нее визуальной связности среды был разработан проект пешеходной ул. Мира в границах ул. Краснознаменной, ул. Гагарина.

Основу пешеходного пространства Центрального района «периферия» (территория от моста через Волгу до северной границы Центрального района) составляет историко-мемориальный комплекс «Мамаев курган», ЦПКиО, площади перед общественными объектами: площадь Сталинградской Победы, перед торгово-развлекательным комплексом «Европа-Сити Молл», зданием арбитражного суда (арх. Е. И. Левитан). Планометрическое отражение компонентов пешеходной зоны иллюстрирует локальность ее компонентов: открытых пространств (зоны свободного выбора визуальных ориентиров) и осевых транзитно-линейных планировочных элементов. Связь между ними выполняет визуальный ориентир — доминанта историко-мемориального комплекса «Мамаев курган», расположенного практически во внешней пешеходной зоне «периферии».

Начало XXI века условно можно характеризовать как период появления новых доминант и акцентов на рассматриваемом участке городской территории. Можно предположить, что уплотнение застройки внутри существующих локальных участков жилой застройки прекратится, не поглотив оставшиеся территории Парка отдыха. Возведение объектов комплекса «Волгоград-Сити» на Второй продольной магистрали привело к возникновению нового высотного визуального ориентира, который однако не смог стать абсолютной доминантой места и смысловым ориентиром формирующейся пешеходной системы историко-мемориального комплекса «Мамаев курган».

Попытка смоделировать развитие пешеходных пространств на территории от моста через Волгу до северной границы Центрального района позволяет предположить следующее: доминанта места историко-мемориального комплекса «Мамаев курган» постепенно окажется в окружении новых высотных элементов, размер и количество которых лишь подчеркнет существующую структуру композиции. Однако локальные, изолированные открытые общественные места приобретут, возможно, более камерный характер на контрасте с высотным окружением.

Система визуальных ориентиров пешеходной зоны «периферия» находится в стадии активного формирования. Трехмерное воплощение средового объекта может быть спроецировано как пространственный треугольник. В данный момент существования пешеходные пространства территории представляют собой разрозненные локальные и линейные компоненты городской среды. Характерной особенностью места является уникальность объектов, размещенных здесь и их сочетание с ландшафтными компонентами

территории. Визуальные оси формирующейся пешеходной структуры ориентированы на высотные доминанты, расположенные на ее периферии. Основная задача дальнейшего развития данного пешеходного пространства является организация коллективных действий.

На основе рассмотренной специфики современного состояния, степени завершенности и общих закономерностей формирования пешеходных пространств «центр» и «периферия» для условий Центрального района Волгограда могут быть рекомендованы следующие направления их дальнейших преобразований:

1. Зона «центр» по степени завершенности облика — стабильное пространство, где деформация облика возможна за счет вторичных форм дизайнерской среды при относительно устойчивом архитектурном фоне. В этих условиях любые изменения требуют целостного творческого подхода, сохранения качества преемственности и обеспечения эмоциональной связи городской среды с ее потребителями, важно сохранение объектов, выполняющих функцию ориентиров, маркирующих пространство определенным образом. Пешеходные пространства данной зоны являются источником стабильности в восприятии города, так как формируют его визуальную идентичность, смысловую основу образа в восприятии собственных жителей и гостей города. Помимо этого, они выступают в роли неизменной константы, уравнивающей потрясения от постоянных, а иногда радикальных перемен в масштабе города. Таким образом, формирование системы визуальных ориентиров для зоны «центр» строится на основе интеграции старого и нового, где старое приобретает новые качества, а новое развивается в гармонии с ним, что способствует восприятию города во времени и формированию художественного образа на основе контрастной или нюансной выразительности.

2. Зона «периферия» по степени завершенности облика — обживаемое пространство, где основные архитектурно-пространственные характеристики уже сложились, но система декоративно-художественных решений еще не определилась, совершенствуется и дополняется функционально-пространственная основа (узлы притяжения горожан, состав компонентов среды). В этих условиях на первый план выходит эмоционально-психологическое воздействие общественных пространств и формирующей их окружающей застройки на потребителя среды. Через эмоции человек проецирует свое отношение к определенным событиям или объектам. Основная цель организации пространства зоны «периферия» — учитывать эмоции, стимулирующие адаптацию к деятельности. Из всего многообразия эмоций человека доминирующее значение для развития чувственно-познавательной и деятельной сферы имеет положительная эмоция «интерес». Поэтому деятельность по организации среды должна ориентироваться на эту положительную эмоцию и ослаблять отрицательные, причинами которых могут быть отсутствие интереса, безразличие, тревога из-за потери ощущения безопасности и ориентации в среде. Особое значение имеет организация

среды, обладающей художественно-эстетической выразительностью и идейно-образным содержанием, в частности, определенным ресурсом средоформирования, становится возможен выход искусства в городское окружение.

Таким образом, можно констатировать, что гибкость городского общественного пространства является одним из важнейших условий развития современного города. При этом постоянно меняющееся восприятие архитектурного облика не предусматривает погружение в прошлое через стилизацию и копирование, а предполагает создание устойчивых связей между прошлым и современностью через поиск гармоничного сочетания исторических объектов и новых компонентов, включение новых визуальных и смысловых ориентиров, способствующих формированию единой системы пешеходных пространств города, соответствующих современным требованиям комфортности, эстетики и социальной коммуникации.

Библиографический список

1. *Птичникова Г. А., Ястребова Н. А.* Архитектурный образ города и время: эволюции, трансформации, деформации (на примере Волгограда) // *Архитектура и время.* 2012. № 5.
2. *Новоселов А. М.* Образ города как культурного и туристического центра в восприятии его жителей (на примере города Вологды) // *Человек в мире. Мир в человеке: актуальные проблемы философии, социологии, политологии и психологии : Материалы XIV Междунар. конф. молодых ученых.* Пермь, 2011.
3. *Степанова С. А.* Динамика визуального образа города: на примере г. Хабаровска : автореф. дис. ... канд. архитектуры. М., 2006. 27 с.
4. *Линч К.* Образ города. М., 1982.
5. *Яргина З. Н.* Эстетика города. М. : Стройиздат, 1991. 336 с.
6. Перечень памятников архитектуры и градостроительства и особо ценных объектов культуры и современной архитектуры, утвержденный Постановлением администрации Волгограда от 17.05.1995 № 430-п.
7. *Косенкова Ю. Л.* Советский город 1940-х—первой половины 1950-х годов: От творческих поисков к практике строительства. Изд. 2-е, доп. М. : Книжный дом «ЛИБРОКОМ», 2009. 440 с.

СЕКЦИЯ 5. ИНФОРМАЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ТЕХНОЛОГИИ В ТРАНСПОРТНОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ

УДК 625.762

С. В. Алексиков, В. О. Бочаров

*Волгоградский государственный технический университет,
Волгоград, Российская Федерация*

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ДОРОЖНЫХ ОДЕЖД С УЧЕТОМ СТРУКТУРНЫХ РАЗРУШЕНИЙ КАМЕННОГО МАТЕРИАЛА ОСНОВАНИЯ

Предложена методика подбора каменного материала в основание дорожных одежд с учетом его разрушения и потери прочности под воздействием климатических и транспортных нагрузок. Применение методики позволит повысить надежность конструкций дорожных одежд, особенно с основанием из малопрочных каменных материалов Волгоградской области.

Ключевые слова: дорожная одежда, каменный материал, основание, модуль упругости.

При конструировании и расчете дорожных одежд инженер осуществляет подбор щебня, ориентируясь на модуль упругости материала слоя, которая не в полной мере характеризует работу основания в течение срока службы конструкции. Кроме того, модуль не всегда обоснован теоретически или экспериментально. Данный подход является необъективным, так как не учитывает такие параметры, как марки по дробимости, истираемости, морозостойкости и гранулометрический состав. Эти характеристики можно определить в лаборатории. Они в большей степени характеризуют поведение каменного материала при эксплуатации дорожной одежды. В связи с этим проектирование нежестких дорожных одежд с учетом структурных разрушений каменного материала основания является актуальным, повышает надежность дорожных конструкций.

Большой вклад в исследовании физико-механических характеристик, характера уплотнения и работы каменных материалов в основаниях дорожных одежд внесли А. К. Бируля, Б. С. Радовский, В. Д. Казарновский, В. К. Некрасов, В. А. Семенов, А. О. Салль, А. Н. Кудрявцев и др. Эти ученые изучали вопросы деформирования и разрушения каменного материала оснований. Разработка требований к подбору щебня основана на расчете остаточных осадок в слоях оснований из неукрепленного каменного материала [1, 2].

Общая остаточная осадка за счет структурных разрушений каменного материала основания складывается из двух составляющих U_a и U_n , которые обозначают количество образующихся мелких фракций под воздействием колесных и климатических нагрузок. Количество образующихся мелких фракций за год под воздействием автомобилей рассчитывается по формуле:

$$U_a = \frac{6}{D_{cp}} K_{н.н} f(\sigma[z]) \sum_{i=1}^N \frac{\Delta u_i}{1000} c 100, \%$$

где D_{cp} — средний диаметр каменных частиц основания, мм; $K_{н.н}$ — показатель неоднородности условий воздействия нагрузки; $f(\sigma[z])$ — функция напряженно-деформированного состояния:

$$f(\sigma[z]) = \frac{p}{0,002} \left(\frac{0,735}{E_{общ}^{z1}} D \arctg \left[\frac{1,36z_{\varepsilon 1} K_{нд1}}{D} \right] \right) + \left(\frac{0,735}{E_{общ}^{z2}} D \arctg \left[\frac{1,36z_{\varepsilon 2} K_{нд2}}{D} \right] \right),$$

где p — давление на покрытие от колеса расчетного автомобиля, МПа; D — диаметр круга, равновеликого площади контакта колеса расчетного автомобиля, м.

$$z_{\varepsilon 1} = z_1 + h_{п} \left(1,13 \sqrt{\frac{E_{\varepsilon KB}^{п}}{E_{общ}^{z1}}} - 1 \right);$$

$$z_{\varepsilon 2} = z_2 + (h_{п} + h_{осн}) \left(1,13 \sqrt{\frac{E_{\varepsilon KB}^{к.в}}{E_{общ}^{z2}}} - 1 \right),$$

где z — эквивалентная ордината расположения горизонта слоя, м; z_1 — фактическая ордината верхнего горизонта слоя основания, считая от поверхности покрытия, равная общей толщине слоев, лежащих над основанием; $h_{п}$ — толщина покрытия, м; $E_{\varepsilon KB}^{п}$ — эквивалентный модуль упругости слоев покрытия, МПа; $E_{\varepsilon KB}^{к.в}$ — эквивалентный модуль упругости конструкции толщиной z , лежащей выше нижнего горизонта слоя основания, МПа; $E_{общ}^{z1}$ и $E_{общ}^{z2}$ — общий модуль упругости на поверхности слоя основания и общий модуль упругости полупространства, подстилающего слой основания, МПа; $K_{нд}$ — коэффициенты снижения влияния транспортной нагрузки

$$K_{нд i} = 0,07 z_{\varepsilon i}^{-1,52},$$

где $\sum N$ — суммарное число приложений расчетной нагрузки; c — коэффициент, характеризующий силу сцепления материала и контакт зерен для щебеночных, гравийных слоев и для каменного материала, обработанного органическими и неорганическими вяжущими (табл. 1); Δu_i — величина потери минерального материала на единицу суммарной поверхности от 1000 расчетных автомобилей, зависящая от марки исходной горной породы и типа местности по характеру и степени увлажнения, мм [1].

Количество образующихся за год мелких фракций под воздействием природных факторов рассчитывается по формуле:

$$U_{п} = \frac{6}{D_{cp}} \Delta u_2 c K_{кл} T_i K_{н.о} K_{ур} 100, \%,$$

где D_{cp} — средний диаметр каменных частиц в слое основания, мм; Δu_2 — величина потери минерального материала за год при замораживании, зависящая от марки исходной горной породы по морозоустойчивости и типа

местности по характеру и степени увлажнения [1]; $K_{\text{кл}}$ — коэффициент, характеризующий климатические условия; T_i — рассматриваемый (i -й) год службы основания; $K_{\text{н.о}}$ — коэффициент неравномерности остаточной деформации; $K_{\text{ур}}$ — коэффициент условий работы, учитывающий степень изолированности щебеночного слоя от воздействия погодно-климатических факторов.

$$K_{\text{ур}} = 2,2h^{-0,253},$$

где h — толщина песчаного слоя, см.

Общая остаточная осадка может быть рассчитана по формуле:

$$h_{\text{кт}} = H_{\text{к}} \left((U_{\text{а}} + U_{\text{п}}) / 100 \right), \text{ мм},$$

где $H_{\text{к}}$ — проектная толщина слоя основания из каменного материала, мм.

Процессы разрушения и измельчения неукрепленного каменного материала с последующим образованием остаточной осадки в слое основания достигают некоторого предельного состояния. Под предельным состоянием понимается состояние основания, когда в образующейся смеси помимо дальнейшего разрушения и измельчения формируются сдвиговые деформации. Работа каменного материала будет характеризоваться возникновением опасных сдвиговых процессов. К этому моменту щебень изменит свой вид, т. е. наблюдается запредельная стадия работы слоя. Предельные значения остаточной осадки для каждой технологии устройства основания можно выразить исходя из рекомендуемых значений изначальной пористости слоя и его толщины. В связи с тем, что наибольшая остаточная осадка наблюдалась в основаниях, устроенных по методу заклинки, то предельное значение установлено для этой технологии. При остаточной пористости 14 %, для основания 30 см возможная остаточная осадка 4 см. Расчеты показали, что величина остаточной осадки в неукрепленном основании зависит от модуля упругости грунтового основания. Поэтому для благоприятных условий работы оснований необходимо обеспечить высокий модуль упругости грунта, который зависит от его характеристик и условий увлажнения. Все грунты по условию увлажнения и дальнейшему накоплению остаточной деформации были разделены на благоприятные или неблагоприятные, т. е. грунты, обладающие низкими или высокими значениями модуля упругости.

В зависимости от условий работы грунта земляного полотна установлены предельно допустимые остаточные осадки в основании из неукрепленного каменного материала для различных категорий дорог (см. табл. 1).

Для расчета остаточной осадки оснований важно знать количество расчетных дней, т. е. суммарный период времени в течение года, в который сочетание характеристик слоев покрытия и грунта рабочей зоны полотна таково, что возможны разрушения и накопление необратимых осадков в слоях оснований. Данные значения необходимы для определения суммарного количества приложений расчетной нагрузки и назначаются в зависимости от дорожно-климатической зоны. Их значения приведены в ОДН 218.046-01.

Таблица 1

Предельно допустимые остаточные осадки основания дорожных одежд

Категория дорог	Допустимые остаточные осадки, мм	
	благоприятные грунты	неблагоприятные грунты
I	7	17
II	9	21
III	11	25
IV	11	25
V	12	30

В работе [1] исследованы физико-механические характеристики неукрепленного каменного материала, а также их связь с причинами разрушения отдельных фракций камня и слоев оснований. Установлено, что основные причины разрушения закладываются на стадии проектирования дорожной одежды. При назначении малопрочных неукрепленных каменных материалов в период эксплуатации происходило их интенсивное измельчение, которое приводило к накоплению мелких частиц, обладающих высоким индексом пластичности. Такие частицы подвержены значительному переувлажнению в период эксплуатации и оказывают негативное влияние на основания. В период эксплуатации они могут заметно снизить свою несущую способность. Целесообразно исключить применение неукрепленных малопрочных каменных материалов в слоях оснований. Для остальных каменных материалов при расчете и проектировании дорожных одежд необходимо обязательно учитывать марки по дробимости и истираемости. Для проектирования одежд необходимо объединить данные характеристики в одну интегральную характеристику качества каменного материала. Помимо физико-механических характеристик неукрепленных каменных материалов, важно назначение толщины, технологии устройства и модуля упругости слоя основания.

Традиционно основания из неукрепленного каменного материала устраивают по двум технологиям: методом заклинки или рационально подобранных оптимальных смесей. В ОДН 218.046-01 и ПНСТ 265-2018 требования к модулям упругости для оптимальных смесей в 1,5 раза ниже, чем для слоев по способу заклинки. Но такие слои обладают меньшей пористостью, а также большей стойкостью и стабильностью в период эксплуатации по сравнению с методом заклинки. Слои основания по способу заклинки имеют больший модуль упругости благодаря процессу цементации. Повышает общий модуль упругости и расклинцовка материала, так как она обеспечивает распор частиц. Слои по способу заклинки имеют неравнопрочную структуру по толщине слоя. Неравномерная и неравнопрочная структура обусловлена тем фактом, что на стадии строительства таких слоев верхняя часть подвергается расклинцовке (обладает более высокой плотностью), а нижняя и большая часть слоя состоит из менее уплотненных крупных зерен. В период эксплуатации под транспортными и климатическими нагрузками такие слои разрушаются быстрее, что приводит к большим осадкам вследствие изменения плотности слоя. Уточненный

модуль упругости материала слоя рассчитывается как средневзвешенный модуль упругости $E_{ср}$ слоя толщиной h для взаимозаклинивающей и цементированной части ($E_{сц}$ и $h_{сц}$) и необработанной ($E_{оч}$ и $h_{оч}$) зоны.

Для недоуплотненной нижней части слоя модуль упругости можно определить по формуле А. О. Салля, которая зависит от марки по прочности камня и остаточной пористости части слоя основания.

$$E = K_{мд} (639,25 - 13,572n),$$

где $K_{мд} = 0,8...1$ — коэффициент, зависящий от прочности породы камня; n — остаточная пористость, %.

Проведенные исследования позволяют определить область применения того или иного неукрепленного каменного материала для различных технологий устройства оснований. Исходя из допустимого суммарного количества приложений расчетной нагрузки и грунтово-гидрологических условий назначена приоритетная технология устройства слоя (табл. 2) и модуль упругости каменного материала (табл. 3).

Таблица 2

Выбор приоритетной технологии устройства слоя и определение класса качества каменного материала

Допустимое суммарное количество приложений расчетной нагрузки		Приоритетная технология устройства слоя	Класс качества каменного материала
при неблагоприятных грунтово-гидрологических условиях, ≤	при благоприятных грунтово-гидрологических условиях, ≤		
6 300 000	15 200 000	Рационально подобранная оптимальная смесь ЦГПС	1
4 900 000	13 700 000		2
2400 000	6 800 000		3
1 100 000	4 000 000		4
3 700 000	9 300 000		1
2 300 000	7 800 000		2
1 200 000	3 900 000		3
350 000	2 000 000		4
2 200 000	6 000 000		1
900 000	5 000 000		2
400 000	2 200 000		3
—	1 000 000		4
4 500 000	11 500 000	Заклинка	1
3 000 000	9 500 000		2
1 100 000	3 800 000		3
300	2 000 000		4
2 700 000	6 900 000		1
1 000 000	4 900 000		2
350	2 100 000		3
—	900		4

Примечания:

1. Допустимое количество нагружений приведено для II ДКЗ. Для III, IV, V ДКЗ необходимо увеличить соответственно на 30 и 40 %.

2. Данные значения приведены для неукрепленного каменного материала толщиной 20 см. При уменьшении толщины слоя до 8 см, допустимое количество нагружений необходимо увеличить на 25 %. При увеличении толщины до 30 см, допустимое количество нагружений необходимо уменьшить на 30 % для метода заклинка и на 20 % при использовании оптимальных смесей. Для других значений толщин может быть использована линейная интерполяция.

3. Допустимое суммарное количество приложений расчетной нагрузки приведено для нагрузки 115 кН. Для 100 кН допустимое количество нагружений необходимо увеличить на 75 %. Для 130 кН допустимое количество нагружений необходимо уменьшить на 40 %.

В зависимости от применяемой технологии устройства основания и качественной характеристики каменного материала назначается модуль упругости каменного материала (см. табл. 3).

Таблица 3

Модуль упругости каменного материала

Технология устройства слоя		Класс качества каменного материала	Модуль упругости слоя, МПа
Рационально подобранная оптимальная смесей ЩГПС	С4 (80 мм)	1	330
		2	315
		3	305
		4	275
	С 5 (40мм)	1	310
		2	300
		3	285
		4	260
Заклинка фр. 31,5...63 мм фр.(40...70(80) мм)	1	335	
	2	320	
	3	300	
	4	270	

Примечание: Модули упругости для метода заклинки приведены для слоев толщиной 20 см. При уменьшении толщины до 8 см, модуль упругости слоя материала необходимо повысить на 15 %. При увеличении толщины до 30 см, модуль упругости слоя материала необходимо понизить на 5 %. При замене фракции 31,5...63 (40...70) на фракцию 63...90 (70...120), модули упругости слоя необходимо повысить на 10 %.

После назначения технологии устройства, модуля упругости слоя и толщины основания необходимо проверить конструкцию дорожной одежды по критериям упругого прогиба, сдвигоустойчивости малосвязанных слоев и грунта рабочей зоны земляного полотна, а также сопротивлению монолитных слоев покрытия усталостному разрушению от растяжения при изгибе согласно методикам, изложенным в ОДН 218.046-01 или ПНСТ 265-2018.

Выполненные исследования позволили сделать следующие выводы:

1. По результатам анализа установлены причины и факторы разрушения неукрепленного каменного материала в основаниях дорожных одежд.

2. Установлено влияние марки каменного материала по дробимости, истираемости, морозостойкости, среднего диаметра частиц каменного материала и технологии устройства слоя основания на величину остаточной осадки.

3. Рассмотрена модель учета структурных разрушений каменных материалов, позволяющая определять требуемые модули упругости каменного материала при проектировании дорожных одежд. Модуль упругости каменного материала оснований следует назначать в зависимости от суммарного числа приложений расчетной нагрузки и технологии строительства основания.

Библиографический список

1. *Кудрявцев А. Н., Лугов С. В., Носов В. П.* О прочностных характеристиках неукрепленных каменных материалов слоев оснований при проектировании дорожных одежд // Вестник Московского автомобильно-дорожного государственного технического университета (МАДИ). 2017. № 4(51). С. 79—84.
2. *Кудрявцев А. Н.* Влияние размера фракции на различные свойства и характеристики неукрепленного каменного материала в основаниях дорожных одежд // Вестник Московского автомобильно-дорожного государственного технического университета (МАДИ). 2018. № 4(55). С. 56—63.
3. Автомобильные дороги : СП 34.13330.2012. М., 2012.

С. В. Алексиков, Ю. В. Моловцов

*Волгоградский государственный технический университет,
Волгоград, Российская Федерация***СТРОИТЕЛЬСТВО ДОРОЖНЫХ ОСНОВАНИЙ ИЗ УКРЕПЛЕННЫХ ГРУНТОВ**

Приведена классификация методов укрепления грунтов в дорожном строительстве и конструкции дорожных одежд с основанием из укрепленных грунтов. Применение укрепленных грунтов в дорожном строительстве позволит снизить стоимость сооружения дорог Волгоградской области без снижения их качества.

Ключевые слова: дорожная одежда, укрепленный грунт, основание, вяжущее.

При устройстве основания из укрепленных грунтов поступление влаги в земляное полотно сверху через проезжую часть практически исключается. Влажность рабочего слоя полотна на 15...20 % меньше, чем при устройстве традиционных щебеночных оснований на подстилающем песчаном слое. Вследствие хорошей распределяющей способности слоев из укрепленных грунтов ровность покрытий на таких основаниях лучше, чем на щебеночном или гравийном [1—4]. При этом следует учитывать возможность широкого использования глинистых и супесчаных грунтов из боковых или притрассовых карьеров. При этом транспортные перевозки сводятся к минимуму, ограничиваются только перевозкой вяжущего. Анализ рынка дорожных работ позволил классифицировать методы укрепления грунтов в основаниях под цементобетонные и асфальтобетонные покрытия, облегченные усовершенствованные покрытия или в слоях износа в IV, V дорожно-климатических зонах; в нижних слоях основания — в III—V дорожно-климатических зонах (табл. 1).

*Таблица 1**Классификация методов укрепления грунтов в дорожном строительстве*

Метод укрепления	Вяжущее	Рекомендуемые грунты	Характеристика укрепленных грунтов
Укрепление неорганическими вяжущими материалами	Шлакопортландцементы и цементы других видов; известь молотая негашеная; известь гашеная гидратная (пушонка); известь молотая негашеная гидрофобная	Крупнообломочные грунты (песчано-гравелистые, песчано-щебенистые), пески разнозернистые, супеси, суглинки как улучшенные, так и не улучшенные гранулометрическими добавками	Высокая прочность при сжатии и изгибе, водостойчивость и морозостойчивость. Хрупкость и повышенная истираемость

Метод укрепления	Вязущее	Рекомендуемые грунты	Характеристика укрепленных грунтов
Укрепление органическими вяжущими материалами	Битумные эмульсии, разжиженные вязкие битумы, жидкие битумы и дегти медленногустеющие	Крупнообломочные грунты оптимального гранулометрического состава; разнозернистые и пылеватые пески и супеси, легкие суглинки	Упруго-вязкопластичные свойства, достаточная водоустойчивость и морозоустойчивость. Прочность изменяется в зависимости от свойства грунта, состава и вязкости битума
Укрепление комплексными добавками (комплексные методы укрепления)	Портландцементы или шлакопортландцементы с добавками извести или NaOH, Na ₂ CO ₃ , Na ₂ SO ₄ , Na ₂ SiO ₃ либо золы-уноса. Портландцементы с добавками ПАВ	Супеси, суглинки, глины	Повышенные механическая прочность, водоустойчивость, морозоустойчивость по сравнению с обычными цементогрунтами
Укрепление комплексными добавками (комплексные методы укрепления)	Известь молотая негашеная. Известь гашеная (гидратная), известь гидрофобная с добавками NaOH, Na ₂ CO ₃ , Na ₂ SO ₄ , Na ₂ SiO ₃ либо золы-уноса без добавок или с добавкой указанных солей. Известь с добавками высокомолекулярных ПАВ. Битумные эмульсии, разжиженные или жидкие с добавками цемента, извести или ПАВ; битумные эмульсии с карбамидными смолами	Пески и супеси (при добавке золы-уноса), суглинки, глины	
Укрепление синтетическими полимерами	Мочевинофурфуролформальдегидные, мочевиномеламиноформальдегидные, фурфуроланилиновые, акриловые и другие синтетические высокомолекулярные (полимерные) смолы	Пылеватые пески, супеси, легкие и тяжелые суглинки	Высокая прочность в сочетании с упругохрупкими свойствами, повышенная водоустойчивость и морозоустойчивость при добавках 2...6 % по весу грунта

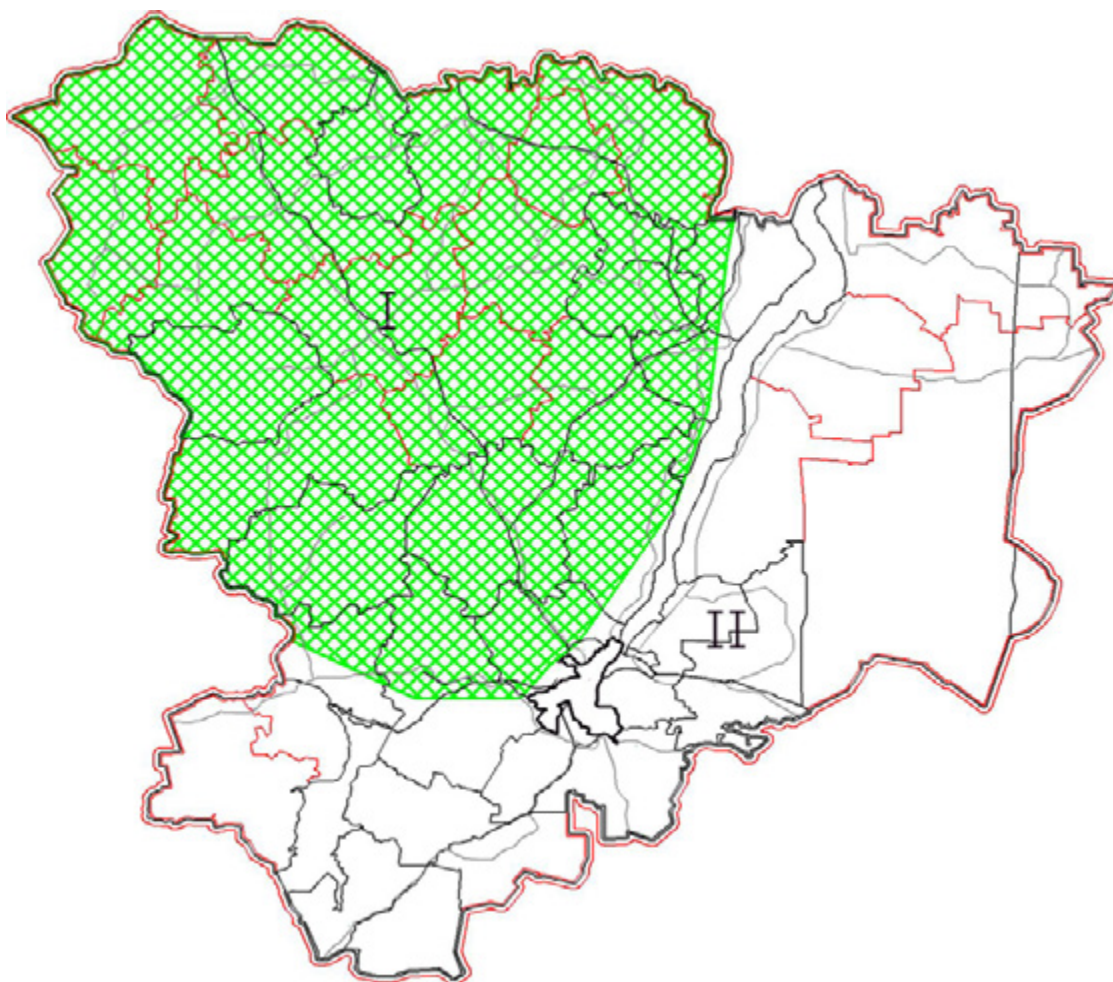
Обзор ранее выполненных исследований и анализ производственного опыта [1, 3, 4] позволили систематизировать рациональные конструкции дорожных одежд с использованием грунтов, укрепленных разнообразными вяжущими, для дорог Волгоградской области (IV, V дорожно-климатические зоны) (табл. 2).

Таблица 2

Рекомендуемые конструкции дорожных одежд

Тип покрытия	Основания из укрепленного грунта
Усовершенствованные капитальные покрытия	
Цементобетон	Грунты, укрепленные цементом или цементом с добавками извести или других активных веществ. Песчаные и супесчаные грунты, укрепленные битумными эмульсиями или жидкими битумами с добавками извести, а также карбамидными смолами, фурфуроланилиновыми смолами. Суглинки и глины, укрепленные добавками фосфатов
Асфальтобетон, укладываемый в горячем состоянии в два слоя	Верхний слой основания: гравелистые, песчаные или супесчаные грунты, укрепленные цементом или цементом с добавками различных веществ, или грунты оптимального состава, укрепленные карбамидными смолами или фурфуроланилином. Нижний слой основания или дополнительные слои: грунты, укрепленные различными вяжущими материалами или комплексными добавками за исключением жидких битумов или извести. Суглинки и глины, укрепленные фосфатами
Усовершенствованные облегченные	
Черные щебеночные или гравийные, холодный асфальтобетон	Грунты, укрепленные цементом или цементом с добавками извести или других активных веществ. Песчаные или супесчаные грунты, укрепленные битумными эмульсиями или жидкими битумами с добавками извести, а также карбамидными, фурфуроланилиновыми смолами. Суглинки и глины, укрепленные добавками фосфатов. Основание в один или два слоя
Переходные	
Двойная поверхностная обработка	Гравелистые, песчаные, супесчаные и легкие суглинистые грунты, укрепленные цементом, цементом с добавками различных веществ или битумной эмульсией с добавками извести или цемента в один или два слоя
Супесчаные или песчаные грунты, укрепленные битумной эмульсией с добавками извести или цемента с поверхностной обработкой	Грунты, укрепленные цементом или цементом с добавками извести или других активных веществ. Грунты, укрепленные карбамидными или фурфурол-анилиновыми смолами, или фосфатами (в один или два слоя)

Выполнено районирование территории Волгоградской области по целесообразности использования укрепленных грунтов в основании дорожных одежд. Техничко-экономические расчеты показали, что на большей части территории Волгоградской области использование укрепленных грунтов в дорожном строительстве целесообразно (рис.). В центральных и северных районах области выбор уже будет осуществляться не на основе экономических расчетов, а по усмотрению заказчика проекта.



Районирование территории области по условиям целесообразности использования укрепленных грунтов в основании дорожных одежд:

I — применение укрепленных грунтов целесообразно;

II — применение укрепленных грунтов требует экономического обоснования

Опыт проектирования и строительства дорог показывает возможность качественного и производительного укрепления дорожных оснований по технологии ресайклирования. Экономические расчеты показывают, что в Волгоградской области замена щебня укрепленными грунтами позволяет снизить стоимость строительства на 100—200 тыс. руб./км.

Библиографический список

1. Безрук В. М. Укрепленные грунты. М. : Транспорт, 1982.
2. Автомобильные дороги : СП 34.13330.2012. М., 2012.
3. Щербакова Р. П., Никитин В. П. Влияние повторного механического воздействия на прочность цементогрунта // Вопросы строительства автомобильных дорог : сб. ст. Омск : Зап.-Сиб. кн. изд-во, 1970.
4. Могилевич В. М., Щербакова Р. П., Тюменцева О. В. Дорожные одежды из цементогрунта. М. : Транспорт, 1973.

С. В. Алексиков, И. В. Самсонов

*Волгоградский государственный технический университет,
Волгоград, Российская Федерация*

ПРИМЕНЕНИЕ МОДИФИКАТОРА «РУББЕРМАСТИК» В ДОРОЖНОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ ВОЛГОГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ

Модификатор «Руббермастик» позволяет повысить прочность, долговечность асфальтобетонных покрытий, так как смеси, приготовленные с КМА (комплексный модификатор асфальтобетона 0,5 %), полностью соответствуют требованиям государственных стандартов ГОСТ Р 58406.1—2020. В 2021 году в Волгоградской области успешно применен данный модификатор на пяти опытных участках, что подтверждено результатами лабораторных исследований и обследованием состояния асфальтобетонного покрытия после года эксплуатации дорог.

Ключевые слова: комплексный модификатор асфальтобетона, асфальтобетонное покрытие, ровность, сцепление, колеиность.

Одним из способов повышения качества дорожного покрытия является использование стабилизирующей добавки КМ «РУББЕРМАСТИК ПГ» в составе асфальтобетонов [1, 2]. С целью оценки эффективности влияния стабилизирующей добавки на свойства асфальтобетона в 2021 году выполнено экспериментальное внедрение модификатора при ремонте проезжей части пяти участков дорог Волгоградской области (табл. 1). Участки имеют протяженность от 6,77 до 10 км, являются частью автомобильных дорог регионального значения IV, III технических категорий. Ремонт покрытия, общей протяженностью 48,94 км, выполнен щебеночно-мастичным асфальтобетоном ЩМАС-15 со стабилизирующей добавкой «РУББЕРМАСТИК ПГ» толщиной 4...6 см.

Подбор состава щебеночно-мастичной асфальтобетонной смеси ЩМАС-15 со стабилизирующей добавкой «РУББЕРМАСТИК ПГ» выполнялся в лаборатории ГБУ «Волгоградавтодор» (табл. 2).

Испытания и оценка физико-механических свойств асфальтобетонной смеси выполнена по ГОСТ 12801—98 и ГОСТ 31015—2002. Результаты показали соответствие смеси требованиям ГОСТ 31015—2002 (табл. 3). В процессе строительства асфальтобетонная смесь отличалась удобоукладываемостью и однородностью по составу за счет высокой адгезии и эластичности пленок вяжущего в широком температурном диапазоне. Укладка и уплотнение смеси выполнено по традиционной технологии в летнее время 2021 г. Коэффициент уплотнения смеси в покрытии составил 0,99...1,0, толщина слоя после уплотнения — 4,5...6,2 см.

Таблица 1

Объекты ремонта автомобильных дорог

№ участка	Наименование участка	Протяженность участка, км
1	Ремонт а/д Новониколаевск — Урюпинск — Нехаевская — Краснополье — Манино (Воронежская область) (в границах территории Волгоградской области) км 47+000 – км 57+000 в Урюпинском муниципальном районе Волгоградской области	10
2	Ремонт а/д Жирновск — Рудня — Вязовка — Михайловка — Кумылженская — Вешенская (Ростовская область) (в границах территории Волгоградской области) км 30+000 – км 37+000 в Руднянском муниципальном районе Волгоградской области	7
3	Ремонт а/д «М-6 Каспий» — Фролово — Ольховка — Липовка — а/д Р228 Сызрань — Саратов — Волгоград км 51+500 – км 58+270 во Фроловском муниципальном районе Волгоградской области	6,77
4	Ремонт автомобильной дороги Палласовка — Кайсацкое км 26+000 – км 36+000 в Палласовском муниципальном районе Волгоградской области	10
5	Ремонт а/д Ленинск — Рассвет — Красный Октябрь — а/д Самара — Пугачев — Энгельс — Волгоград км 62+830 – км 78+000 в Ленинском и Среднеахтубинском муниципальных районах Волгоградской области	15,17
	Всего	48,94

Таблица 2

Свойства асфальтобетона по объектам

Наименование материала	Требования ГОСТ 31015	№ участка (см. табл. 1)				
		1 Урюпинск	2 Рудня	3 Фролово	4 Палласовка	5 Ленинск
Содержание минеральных составляющих и битума в %						
Щебень фр. 10...15 мм	—	55	55	55	60	55
Щебень фр. 5...10 мм	—	10	10	10	—	—
Отсев дробления фр. 0...20 мм	—	—	—	—	20	—
Отсев дробления фр. 5...10 мм	—	—	—	—	—	10
Отсев дробления фр. 0...10 мм	—	25	25	25	—	25
Отсев дробления фр. 0...5 мм	—	—	—	—	10	—
Минеральный порошок МП-1	—	10	10	10	10	10
Комплексный модификатор «РУББЕРМАСТИК ПГ»	—	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Битум БНД 60/90	—	5,7	6	6	6	6

Таблица 3

Физико-механические свойства образцов асфальтобетонной смеси

Наименование показателя	Требования ГОСТ 31015	№ участка (см. табл. 1)				
		1 Урюпинск	2 Рудня	3 Фролово	4 Палласовка	5 Ленинск
Водонасыщение, % по объему	1,5...4,0	3,0	2,6	2,9	2,4	2,5
Предел прочности при сжатии, при температуре 20 °С, не менее, МПа	2,5	3,3	3,6	3,1	3,6	3,7
при температуре 50° С, не менее, МПа	0,7	1,5	1,5	1,2	1,5	1,0
Сдвигоустойчивость: коэффициент внутреннего трения, не менее	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	0,98
Сцепление при сдвиге при 50 °С, МПа, не менее	0,20	0,21	0,21	0,21	0,21	0,27
Средняя плотность, г/см ³	Не норм.	2,40	2,40	2,39	2,39	2,39
Стекание вяжущего	Не более 0,20	0,15	0,15	0,17	0,15	0,06
Пористость минеральной части	15,0...19,0	17,2	16,9	17,6	16,0	17,2
Остаточная пористость	2,0...4,5	3,6	3,2	4,0	2,5	3,6
Водостойкость при длительном водонасыщении	Не менее 0,75	0,89	0,89	0,88	0,89	0,89
Сцепление битума с минеральной частью	Выдерж.	Выдерж.	Выдерж.	Выдерж.	Выдерж.	Выдерж.
Трещиностойкость	3,0...6,5	4,4	4,4	4,1	4,1	4,3

В 2022 году выполнена оценка состояния покрытия, спустя год после ремонта экспериментальных участков. Измерения толщины покрытия ровности и поперечных уклонов, коэффициента сцепления выполнены согласно СП 78.13330.2012 и ОДМ 218.4.039—2018 (табл. 4, 5). Одновременно исследовались свойства асфальтобетона (ЩМА-15) в покрытии (табл. 6, 7).

Таблица 4

Ровность покрытия экспериментальных участков

Требования СП 78.13330.2012	Кол-во измерений ровности (3 м рейка), шт.	Количество измерений, %
УЧАСТОК 1. Ремонт а/д Новониколаевск — Урюпинск — Нехаевская — Краснополье — Манино (Воронежская область) (в границах территории Волгоградской области) км 47+000 – км 57+000 в Урюпинском муниципальном районе Волгоградской области		
до 5 мм	95 %	23
от 5 до 10 мм	Не более 5 %	1
свыше 10 мм	Не допускается	0
УЧАСТОК 2. Ремонт а/д Жирновск — Рудня — Вязовка — Михайловка — Кумылженская — Вешенская (Ростовская область) (в границах территории Волгоградской области) км 30+000 – км 37+000 в Руднянском муниципальном районе Волгоградской области		
до 5 мм	95 %	23
от 5 до 10 мм	Не более 5 %	1
свыше 10 мм	Не допускается	0
УЧАСТОК 3. Ремонт а/д «М-6 Каспий» — Фролово – Ольховка — Липовка — а/д Р228 Сызрань — Саратов — Волгоград км 51+500 – км 58+270 во Фроловском муниципальном районе Волгоградской области		
до 5 мм	95 %	24
от 5 до 10 мм	Не более 5 %	0
свыше 10 мм	Не допускается	0
УЧАСТОК 4. Ремонт автомобильной дороги Палласовка — Кайсацкое км 26+000 – км 36+000 в Палласовском муниципальном районе Волгоградской области		
до 5 мм	95 %	24
от 5 до 10 мм	Не более 5 %	2
свыше 10 мм	Не допускается	0
УЧАСТОК 5. Ремонт а/д Ленинск — Рассвет — Красный Октябрь — а/д Самара — Пугачев — Энгельс — Волгоград км 62+830 – км 78+000 в Ленинском и Среднеахтубинском муниципальных районах Волгоградской области		
до 5 мм	95 %	24
от 5 до 10 мм	Не более 5 %	0
свыше 10 мм	Не допускается	0

Таблица 5

Коэффициент сцепления покрытия

Участки	Количество замеров	Коэффициент сцепления средний	Требования ГОСТ Р 50597—2017, не менее
1	28	0,66	0,3
2	24	0,70	0,3
3	27	0,69	0,3
4	20	0,73	0,3
5	27	0,66	0,3

Таблица 6

Свойства асфальтобетонной смеси из кернов дорожного покрытия

Наименование показателей	Требования ГОСТ 31015	№ участка (см. табл. 1)				
		1 Урюпинск	2 Рудня	3 Фролово	4 Палласовка	5 Ленинск
Результаты испытаний образцов асфальтобетонной смеси						
Водонасыщение, % по объему	1,5...4,0	2,5	2,4	2,6	2,4	2,5
Предел прочности при сжатии, при температуре 20 °С, не менее, МПа	2,5	3	2,8	3,5	2,8	3,7
при температуре 50 °С, не менее, МПа	0,7	1,1	0,90	1,2	0,9	1,0
Сдвигоустойчивость: Коэффициент внутреннего трения, не менее	0,94	0,96	0,97	0,97	0,97	0,98
Сцепление при сдвиге при 50 °С, МПа, не менее	0,20	0,40	0,27	0,38	0,27	0,27
Средняя плотность, г/см ³	Не норм.	2,40	2,38	2,39	2,38	2,39
Стекание вяжущего	Не более 0,20	0,08	0,06	0,05	0,04	0,06

Таблица 7

Характеристика дорожного покрытия (кернов)

Показатели	Требования ГОСТ 31015 п. 5.3	Фактические результаты испытаний по объектам									
		1 Урюпинск		2 Рудня		3 Фролово		4 Палласовка		5 Ленинск	
		ПК 43+00 право	ПК 45+00 лево	ПК 29+50 право	ПК 53+00 лево	ПК 33+40 лево	ПК 38+50 лево	ПК 9+50 лево	ПК 11+00 право	ПК 15+90 право	ПК 18+00 лево
Толщина	4,0...5,0	5,0	5,2	4,5	5,8	5,5	5,3	4,6	6,2	4,8	5,2
Средняя плотность	не норм.	2,39	2,36	2,39	2,38	2,40	2,41	2,39	2,40	2,33	2,34
Водонасыщение	до 4,0	2,7	3,4	2,2	2,5	0,9	1,1	3,8	3,6	3,6	3,0
Сцепление		Обеспечено									

Результаты полевых и лабораторных исследований показали, что эксплуатационное состояние покрытия соответствует требованиям СП 78.13330.2012, асфальтобетон ЦМАС-15 соответствуют ГОСТ 31015—2002 по всем физико-механическим показателям. Состояние экспериментальных участков отличное (рис.).



Состояние экспериментального участка после года эксплуатации

Выполненные исследования позволяют сделать следующие выводы:

1. Асфальтобетонная смесь ЦМАС-15 с применением комплексного модификатора асфальтобетона КМА «РУББЕРМАСТИК ПГ» показала свою эффективность в верхнем слое дорожной одежды.
2. В процессе укладки смесь отличается удобоукладываемостью и однородностью по составу за счет высокой адгезии и эластичности пленок вяжущего в широком температурном диапазоне.
3. Применение модификатора позволит повысить качество дорожных покрытий на региональных дорогах Волгоградской области.

Библиографический список

1. Дороги автомобильные общего пользования. Смеси щебеночно-мастичные асфальтобетонные и асфальтобетон : ГОСТ Р 58406.1—2020. М., 2020.
2. Автомобильные дороги : СП 78.13330.2012. М., 2012.
3. Смеси асфальтобетонные и асфальтобетон щебеночно-мастичные. Технические условия : ГОСТ 31015—2002. М., 2002.
4. Материалы на основе органических вяжущих для дорожного и аэродромного строительства : ГОСТ 12801—98. М., 1998.
5. Отчет УралДорНИИ по «Исследованию комплексного модификатора асфальтобетона «РубберМастик», полимерно-дисперсноармирующий гранулированный по СТО 25209126-002-2020 КМА «Руббермастик» ПГ в составе щебеночных асфальтно бетонных смесей и асфальтобетона на соответствие современным требованиям ПНСТ и ГОСТ Р».
6. Рекомендации по диагностике и оценке технического состояния автомобильных дорог : ОДМ 218.4.039—2018. М., 2018.

С. В. Алексиков, М. И. Трегубова, Д. Р. Ширяшкина, А. П. Трегубов

*Волгоградский государственный технический университет,
Волгоград, Российская Федерация*

ОЦЕНКА ЗАВИСИМОСТИ ПРОЧНОСТИ ДОРОЖНЫХ ОДЕЖД ОТ ПОКАЗАТЕЛЯ РОВНОСТИ IRI

Рассмотрен вопрос определения взаимосвязи между показателем продольной ровности и прочностью нежестких дорожных одежд. Опираясь на исследования зарубежных авторов по определению зависимостей между IRI и повреждениями проезжей части, а также IRI и прочностью дорожной конструкции, авторами было получено линейное уравнение, с коэффициентом корреляции 0,68, применение которого позволит определить вероятную величину коэффициента прочности в зависимости от ровности. Выполненные исследования также позволили установить зависимость развития дефектов проезжей части от показателя продольной ровности. Применение модели прогнозирования ровности от прочности дорожной конструкции на практике позволит оперативно устанавливать прочностной ресурс дорожных конструкций региональной дорожной сети.

Ключевые слова: продольная ровность, прочность дорожных одежд, IRI, проезжая часть, автомобильная дорога.

Волгоградская область имеет плотную сеть региональных дорог, общая протяженность которых составляет 10088,3 км, из которых 8499,1 км с усовершенствованным покрытием. Около 40 % автомобильных дорог находится в неудовлетворительном состоянии и требует ремонта проезжей части. Формирование плана ремонта региональной дорожной сети требует постоянного мониторинга ровности и прочности дорожного покрытия. Низкая производительность существующих средств измерения прочности дорожной конструкции не позволяет выполнить диагностику региональной дорожной сети в течение летнего сезона. В связи с чем несвоевременное определение несущей способности дорожных конструкции приводит к их разрушениям от проезда тяжеловесного транспорта, снижению эффективности распределения бюджетных средств при планировании ремонтов. Наиболее производительной является диагностика ровности проезжей части. В связи с этим назрела необходимость оценки несущей способности дорожных одежд по результатам измерений показателя ровности IRI.

В работе [1] описана модель прогнозирования индекса ровности (IRI) на основе оценки деформаций нежесткого дорожного покрытия. Данные IRI измерялись тестовой системой Dynatest Road Surface Profiler (RSP). В результате установлено 7 видов значимых дефектов (выбоины, трещины, ямочный ремонт различной степени выраженности на проезжей части), оказывающих существенное влияние на индекс ровности.

В исследовании [2] проведено сравнение показателя продольной ровности дорожного покрытия с индексами разрушения поверхности, в результате которого получена полиномиальная зависимость с коэффициентом корреляции 0,7. Данная зависимость необходима для правильной оценки состояния дорожного покрытия с помощью индексов разрушения поверхности, что не может быть достигнуто с помощью других оценочных индексов.

В работе [3] выделили шесть значимых повреждений проезжей части, влияющих на ровность покрытия. В результате регрессионного анализа была получена модель, из которой видно, что наибольшее влияние на ровность покрытия оказывают краевые трещины, сетки трещин и выбоины.

В ходе исследования [4] были проведены замеры величины упругого прогиба покрытия под воздействием динамического нагружения дефлектометром падающего груза PRI2100 FWD; параллельно установкой «Профилограф» были собраны данные о ровности. Полученная линейная зависимость с коэффициентом корреляции 0,795 показала высокий уровень связи между ровностью и прочностью нежестких дорожных одежд.

Исследования зарубежных авторов подтверждают актуальность рассматриваемой проблемы, но не могут быть применены в российских условиях в виду отсутствия исследования по зависимости коэффициента прочности дорожной конструкции от ровности проезжей части покрытия.

Основной целью исследований является определение зависимости коэффициента прочности дорожной конструкции от ровности покрытия. Для этого необходимо:

- проанализировать имеющиеся данные диагностики региональных дорог Волгоградской области;
- провести визуальную оценку дефектов проезжей части автомобильных дорог;
- разработать математическую модель взаимосвязи ровности и прочности дорожных одежд.

В 2019 году была проведена масштабная диагностика региональной дорожной сети Волгоградской области. По ее результатам был получен массив данных, состоящий из сведений о продольной ровности, наличии дефектов, а также видео проездов ходовой лаборатории с привязкой к километражу.

В результате анализа региональных дорог Быковского района, было выявлено, что нормативному значению по показателю продольной ровности соответствует 54,41 %, а показатель продольной ровности IRI находится в интервале от 1,3 до 23,89 м/км.

Следующим этапом стало исследование повреждений проезжей части. Для этого было выбрано 9 дорог общей протяженностью 30,977 км и различными значениями показателя продольной ровности. В программе ПИК «Дорога-ПРО» была проведена фиксация дефектов покрытия, с последующим сведением данных в таблицу и сопоставлением с IRI (рис. 1 и 2).

		ПРЯМОЕ НАПРАВЛЕНИЕ				ОБРАТНОЕ НАПРАВЛЕНИЕ			
начало характерно о участка	конец характерно о участка	тип дефекта	Балл	СР.балл	IRI	тип дефекта	балл	СР.балл	IRI
п. Заволжский									
0,000	0,100	центральная продольная трещина, одиночная продольная трещина	4,5 5,0	4,75	6,02	залитые трещины, центральная продольная трещина	3 4,5	3,75	2,94
0,100	0,200	залитые трещины	3	3	3,18	нет дефектов	5	5	3,49
0,200	0,300	залитые трещины	3	3	4,29	залитые трещины	3	3	3,41
0,300	0,400	залитые трещины	3	3	2,72	залитые трещины	3	3	3,06
0,400	0,500	залитые трещины	3	3	2,23	залитые трещины	3	3	2,96
0,500	0,600	залитые трещины	3	3	2,11	залитые трещины	3	3	3,25
0,600	0,700	залитые трещины	3	3	2,91	залитые трещины	3	3	2,85
0,700	0,800	залитые трещины	3	3	2,67	залитые трещины	3	3	2,90
0,800	0,900	залитые трещины	3	3	2,88	залитые трещины	3	3	1,99
0,900	1,000	залитые трещины	3	3	2,21	залитые трещины	3	3	2,47
1,000	1,100	залитые трещины	3	3	2,22	залитые трещины	3	3	2,63
1,100	1,200	залитые трещины	3	3	2,31	залитые трещины	3	3	2,71
1,200	1,300	боковая продольная трещина	3,5	3,5	2,07	залитые трещины	3	3	2,41
1,300	1,400	залитые трещины	3	3	2,92	залитые трещины	3	3	5,50
1,400	1,500	залитые трещины	3	3	3,30	залитые трещины	3	3	6,99
1,500	1,600	залитые трещины	3	3	3,99	залитые трещины	3	3	15,18
				3,14	3,00				
п. Раздолье									

Рис. 1. Фрагмент сводной таблицы для анализа взаимосвязи дефектов и IRI

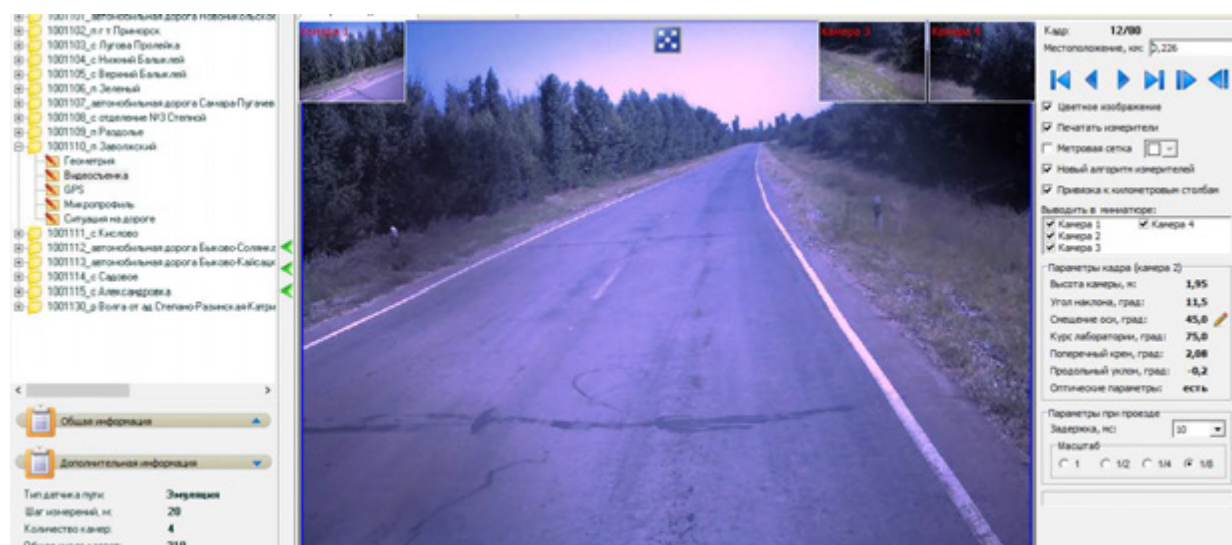


Рис. 2. Интерфейс программы ПИК «Дорога-ПРО»

Выполненные исследования позволили установить зависимость развития дефектов проезжей части от показателя продольной ровности IRI (табл.). Для обеспечения безопасности дорожного движения, согласно ГОСТ 33220—2015, для дорог III технической категории International Roughness Index не должен превышать 5,5 м/км. Наиболее часто встречающиеся типы повреждений на дорогах: центральные и боковые продольные трещины и поперечные трещины; реже всего встречаются: просадки и сдвиги. Стоит учитывать, что эти данные справедливы для сети дорог юга России.

Зависимость развития дефектов проезжей части от IRI

IRI, м/км	Дефекты проезжей части	
	связанные с климатическими факторами	связанные с низкой прочностью дорожных одежд
от 1 до 3	Боковые продольные трещины; центральные продольные трещины, поперечные трещины на расстоянии более 8 м	нет
от 3 до 4	Боковые продольные трещины; центральные продольные трещины, поперечные трещины на расстоянии более 1 м	Сетки трещин до 10 м ² с мелкими и крупными ячейками, одиночные выбоины и ямы
от 4 до 5,5	Боковые продольные трещины; центральные продольные трещины, поперечные трещины на расстоянии более 1 м	Сетки трещин более 10 м ² при относительной площади 10...30 %, выбоины и ямы на расстоянии 4 м и более
свыше 5,5	Боковые продольные трещины; центральные продольные трещины, поперечные трещины на расстоянии более 1 м	Сетки трещин более 10 м ² при относительной площади до 70 %, выбоины и ямы на расстоянии 1 м и более, сдвиги, просадки

На основе данных сводной таблицы, представленной на рис. 1, произведен расчет вероятного коэффициента прочности ($K_{пр}$), построен график зависимости $K_{пр}$ от международного индекса ровности (рис. 3). Полученное линейное уравнение с коэффициентом корреляции 0,68 подтверждает наличие зависимости между исследуемыми параметрами.

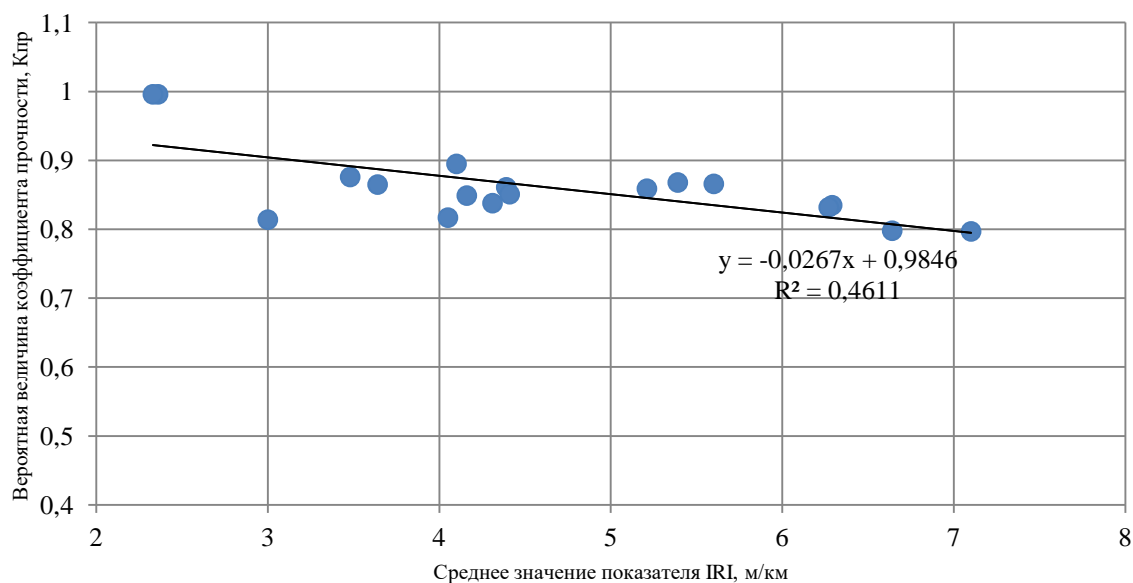


Рис. 3. Зависимость вероятной величины коэффициента прочности от IRI

Обзор зарубежной литературы подтверждает актуальность вопроса взаимосвязи ровности дорожного покрытия с дефектами проезжей части и прочностью дорожных одежд.

Разработка модели прогнозирования ровности от прочности дорожной конструкции позволит более оперативно устанавливать прочностной ресурс дорожных конструкций для сети дорог.

Полученная зависимость облегчит процесс формирования программы по ремонту дорожной сети на основе ее ежегодной диагностики.

Библиографический список

1. *Hasan H. Joni, Miami M. Hilal, Muataz S. Abed.* Developing International Roughness Index (IRI) Model from visible pavement distresses // IOP Conf. Series : Materials Science and Engineering. № 737(2020) 012119. DOI: 10.1088/1757-899X/737/1/012119. URL: <https://www.researchgate.net>.

2. Review of Studying the Relationship of Traffic Stream Characteristics and Noise Intensity with Flexible Pavement Surface Condition / Merza, Taghreed, Al-Jumaili, Mohammed // IOP Conference. Series: Earth and Environmental Science. 2020. № 961. 012086. DOI: 10.1088/1755-1315/961/1/012086. URL: <https://www.researchgate.net>.

3. Shrestha, Satkar & Khadka, Rajesh. Satkar Assessment of Relationship between Road Roughness and Pavement Surface Condition // Journal of Advanced College of Engineering and Management. 2021. № 6. Pp. 177—185. DOI: 10.3126/jacem.v6i0.38357 012086. URL: <https://www.researchgate.net>.

4. Development of Relationship between Roughness (IRI) and Visible Surface Distresses: A Study on PMGSY Roads / J. Prasad, S. Kanuganti, P. Bhanegaonkar et al // Procedia — Social and Behavioral Sciences. 2013. № 104. DOI: 10.1016/j.sbspro.2013.11.125 012086. URL: <https://www.researchgate.net>.

5. Буртыль Ю. В., Канский Д. В. Моделирование взаимосвязи ровности и прочности жестких дорожных одежд на основании теоретическо-практических исследований // Вестник Сибирского государственного автомобильно-дорожного университета. 2022. Т. 19. № 4(86). С. 570—583. DOI 10.26518/2071-7296-2022-19-4-570-583.

В. В. Балакин, Д. С. Топчиева

*Волгоградский государственный технический университет,
Волгоград, Российская Федерация*

ФОРМИРОВАНИЕ СРЕДОЗАЩИТНЫХ ПОЛОС ЗЕЛЕННЫХ НАСАЖДЕНИЙ НА ОБЪЕКТАХ ТРАНСПОРТНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ

Анализируются результаты натуральных наблюдений и физического моделирования рассеяния отработавших газов автомобильного транспорта полосами зеленых насаждений разной конструкции на объектах транспортной инфраструктуры. На магистральных улицах более эффективными по отношению к зонам пешеходного движения и внешним фасадам жилых зданий оказываются полосы продуваемой и равномерно ажурной конструкции при высоте на уровне средних этажей застройки. Приближение высоты деревьев к высоте зданий приводит к дополнительному снижению загазованности воздуха в дворовом пространстве. Максимальное проявление эффективности шумозащитных полос озеленения возможно при удалении жилой застройки от транспортных коммуникаций на расстояние, достаточное для формирования широких многорядных полос. Приводятся породный состав и конструкционные характеристики полос озеленения, усиливающие эффекты рассеяния выбросов автомобилей и снижения транспортного шума. Даются рекомендации по формированию линейно-полосных структур ландшафтно-средозащитного озеленения, обеспечивающих оптимизацию факторов дискомфорта на территории жилой застройки.

Ключевые слова: выбросы автомобилей, транспортный шум, зеленые насаждения, натуральные наблюдения, моделирование, рассеяние, газозащитная эффективность, шумозащитный эффект, конструкция полосы озеленения.

Эксплуатация объектов транспортной инфраструктуры сопровождается негативным воздействием транспорта на основные средовые системы — атмосферу, водоемы, почву, биоту в виде газового, пылевого, шумового, электромагнитного и теплового загрязнения. Урбанизированные территории, занимаемые участками прохождения трассы транспортных коммуникаций, отличаются нарушением единой структуры, расчлененностью, трансформацией ландшафта с увеличением жесткости за счет вытеснения растительного покрова, что приводит к ухудшению состояния окружающей среды [1, 2]. И здесь в качестве основного средства формирования объемно-пространственной композиции территории, снижения «напряженности и конфликтности» урбанизированной среды используются зеленые насаждения [3]. Озеленение является важным элементом экосистемы, способным активно противостоять негативному воздействию транспорта на жилую среду на особенно уязвимых в экологическом отношении придорожных территориях.

Кроме этого, зеленые насаждения являются важным компонентом городского пространства, принимающим в сочетании с травяным покровом и почвой участие в процессах накопления и выведения из городской среды атмосферных загрязнений. Объекты озеленения существенно изменяют скорость

ветра и траекторию движения ингредиентов в воздухе городских улиц. Также известна роль зеленых насаждений в обогащении воздуха кислородом и поглощении углекислого газа, уменьшении бактериальной загрязненности и повышении степени ионизации атмосферы. Ландшафтно-средозащитные композиции зеленых насаждений и растительные комплексы обеспечивают потребности городских жителей в свежем воздухе и общении с природой, повышают их физическую активность [1]. Зеленые насаждения являются также эффективным средством защиты от шума. В среднем кроны поглощают 25 % звуковой энергии и примерно 75 % этой энергии отражают и рассеивают [4]. Защитная роль полос зеленых насаждений особенно велика на объектах транспортной инфраструктуры, отличающихся от других источников техногенного воздействия на городскую среду высокими шумовыми характеристиками и выделением вредных выбросов на небольшой высоте непосредственно в зону дыхания людей и в жилую застройку.

Приемы озеленения, применяемые в пределах урбанизированных территорий, должны ориентировать как реконструируемые существующие, так и вновь проектируемые насаждения на максимальное использование их средозащитного потенциала. На транспортных территориях он будет проявляться в правильном выборе структуры, породного состава и планировочной позиции между источниками дискомфорта — транспортными потоками, автомобильными стоянками и объектами защиты — жилыми и общественными зданиями, детскими дошкольными организациями, школами.

А. В. Городковым [5] выделен типологический ряд объектов озеленения средозащитного назначения. Среди них наиболее детального изучения требуют линейно-полосные структуры зеленых насаждений, формируемые на городских дорогах и улицах, поскольку сложившиеся в проектной практике принципы их проектирования не в полной мере обеспечивают экологическое благополучие на примамистральных территориях. В связи с этим возникает задача изучения влияния геометрических характеристик и конструктивных особенностей линейно-полосных структур зеленых насаждений на трансформацию ветра и рассеяние выбросов автомобилей на магистральных дорогах и улицах, ширина которых по линиям застройки, регламентируемая строительными нормами, позволяет формировать полосы озеленения с ограниченным числом рядов древесно-кустарниковых растений.

В отличие от зданий и сооружений деревья и кустарники представляют собой частично проницаемые препятствия, обеспечивающие прямое прохождение части отработавших газов (ОГ) автомобилей с воздушным потоком. Другая часть выбросов транспортного потока отклоняется зеленой полосой и рассеивается в верхнем слое атмосферы. Поэтому здесь важно учитывать конструктивные особенности полос зеленых насаждений, определяющие их аэродинамические свойства и способность рассеивать примеси в атмосфере — высоту, плотность и форму кроны деревьев, наличие кустарников.

Исследования проведены в натуральных условиях и на экспериментальном полигоне с использованием моделей полос зеленых насаждений и жилых зданий в масштабе 1:20. Участки улиц протяженностью 300 м компоновались по центру площадки из отдельных секций зданий с соотношением высоты, длины и ширины 1:0,9:0,8 и ориентировались перпендикулярно к преобладающему направлению воздушного потока. В качестве источника ОГ использовали карбюраторный двигатель, соединенный с трубопроводом, проложенным вдоль оси улицы. Выброс ОГ осуществлялся по обеим сторонам трубы в продольном направлении через патрубки, имитирующие транспортный поток.

В качестве определяющего критерия подобия моделируемого процесса принято число Струхала [6], указывающее на связь между масштабами скорости m_u , линейным m_l и времени m_t протекания процесса:

$$m_u = \frac{m_l}{m_t}.$$

Поскольку при масштабе времени, равном единице, линейный масштаб принят 1:20, соблюдение данного критерия подобия обеспечивалось равенством масштабов скорости и линейного. Поэтому измерения проводили в утренние и вечерние часы при минимальном значении температурного градиента и горизонтальной скорости ветра (0,05...0,25 м/с), что соответствовало режиму аэрации в реальных условиях 1...5 м/с.

Пробы воздуха отбирались в достаточно густой сетке точек на вертикальной плоскости, перпендикулярной к оси улицы, у полос озеленения, внешнего и дворового фасадов зданий, а также в пределах защищаемой примагистральной территории. Газовоздушная смесь протягивалась аспирационными установками к пробоотборным колбам и сосудам с поглотительной жидкостью по полихлорвиниловым трубкам, закрепленным у пунктов отбора проб на металлических стойках облегченной конструкции, равномерно рассредоточенных по вертикальному поперечному сечению улицы. В результате анализа проб воздуха получены поля концентраций оксида углерода (СО) и оксидов азота (NO+NO₂) в пределах градоэкологических систем «проезжая часть — зеленая полоса» и «проезжая часть — зеленая полоса — здание».

По характеру изолиний на рис. 1 видно, что наименьший уровень загрязнения воздуха наблюдается за полосой озеленения плотной конструкции — в зоне пешеходного движения. Максимальная загазованность отмечена в зоне касания огибающего полосу газового шлейфа земной поверхности на расстоянии 2—3 высот полосы.

Из результатов эксперимента следует, что эффективность рассеяния ингредиентов придорожными полосами озеленения существенно зависит от их высоты и плотности. Эта зависимость представлена на рис. 2. Здесь коэффициент ажурности — отношение площади, занимаемой стволом, ветвями и листвой деревьев и кустарников, к общей площади фронтальной проекции защитной полосы зелени.

Данная зависимость выражается степенной функцией [7]:

$$\omega = 48(1 + 0,016h)K^{\frac{2}{3}}, \quad (1)$$

где h — высота деревьев или кустарников в полосе, м ($h \geq 5$); K — коэффициент ажурности.

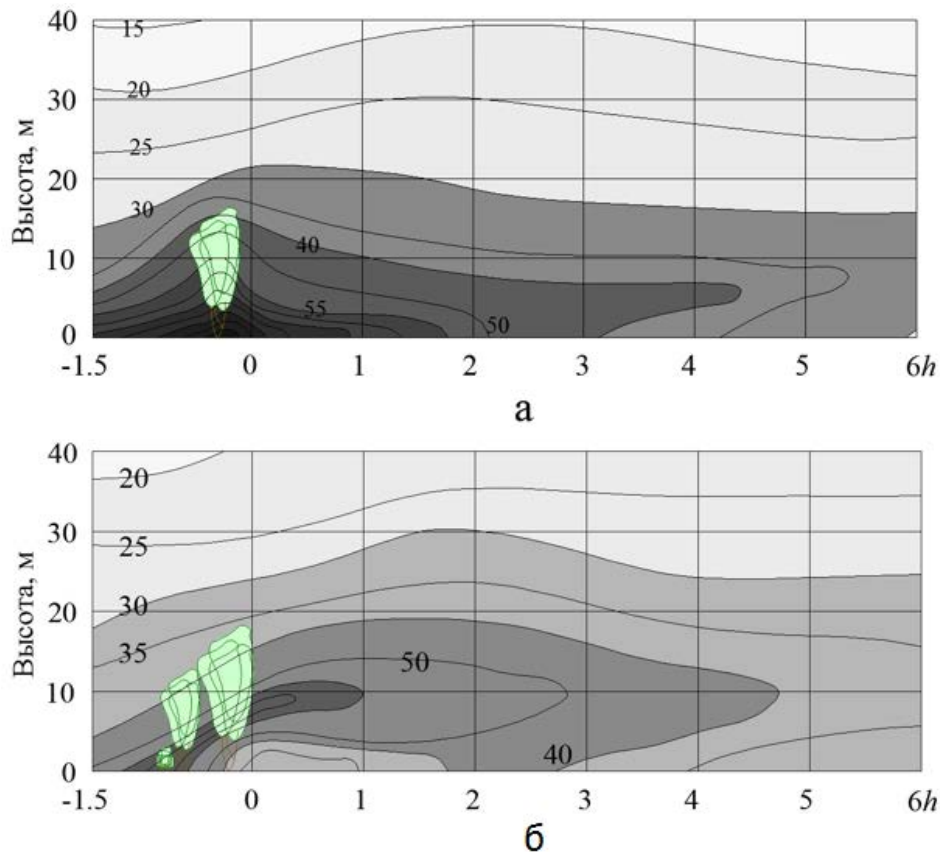


Рис. 1. Снижение концентрации CO, %, полосами зеленых насаждений продуваемой (а) и плотной (б) конструкции: h — высота полосы; 100 % — начальная концентрация CO над краем дороги на высоте 1,5 м

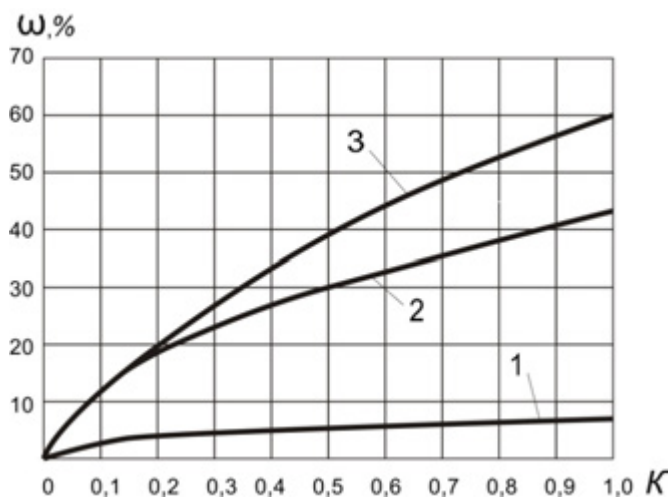


Рис. 2. Снижение концентрации CO полосами озеленения плотной конструкции (ω , %) в зависимости от коэффициента ажурности (K) и высоты (h): 1 — $h = 1,6$ м (кустарник); 2 — 9 м; 3 — 14 м

Наиболее выгодными по газозащитным свойствам на участках городских дорог, не связанных с застройкой, являются линейно-полосные структуры зеленых насаждений плотной конструкции при значении K в нижнем ярусе $0,7...1$ и постепенном уменьшении плотности фитомассы к вершине. Их газозащитная эффективность благодаря более выраженной изолирующей способности на 30 % выше, чем у полос озеленения продуваемой конструкции. В таких полосах со стороны проезжей части следует высаживать кустарники, а затем деревья меньшей высоты и в последующих рядах увеличивать высоту посадок. Для расширения зоны газозащитного воздействия полос озеленения в их составе необходимо предусматривать рядовую посадку высокорастущих деревьев (клены, вязы, тополя и др.). Наибольшую защиту придорожных территорий от загрязнения ОГ обеспечивают полосы зеленых насаждений шириной $15...30$ м плотной конструкции. Однако в пределах плотных непродуваемых полос озеленения концентрации ОГ остаются высокими из-за малой скорости ветра. Зеленая полоса здесь, подобно лесному массиву, «начинает играть роль накопителя загрязняющего вещества» [8]. Это следует учитывать при выборе трассы пешеходных коммуникаций, а также в процессе освоения территории вблизи придорожных полос озеленения для общественных пространств.

Вместе с тем по положению кривых на рис. 2 видно, что наиболее резкое повышение газозащитной эффективности наблюдается при увеличении коэффициента ажурности полос озеленения до значений $0,5...0,6$, а затем оно происходит более плавно. Это необходимо учитывать при озеленении улиц, ширина которых оказывается недостаточной для формирования линейно-полосных структур зеленых насаждений с максимальной плотностью из-за наличия технических разделительных полос для инженерных коммуникаций, где не предусматривается посадка деревьев. В таких случаях достаточно формировать полосы озеленения оптимальной плотности, при которой кривые, построенные по формуле (1) для полос разной высоты, будут занимать наиболее крутое положение. Такую плотность могут иметь двух-, четырехрядные посадки деревьев с двумя рядами кустарника общей шириной $8...15$ м.

Также следует учитывать, что при формировании полос озеленения в виде вертикальных стен над проезжей частью появляется устойчивая обратная циркуляция воздушного потока [9], вследствие чего «происходит процесс накопления выбросов автотранспорта над автомобильной дорогой из-за близкого расположения первых рядов деревьев» [10]. Поэтому в целях обеспечения более высокого качества атмосферного воздуха в зонах пешеходного движения необходимо со стороны проезжей части формировать двухъярусные живые изгороди из кустарников и ряды деревьев с низким штамбом и густосомкнутыми кронами, а затем высаживать деревья ведущих пород, обеспечивающие требуемую высоту зеленых полос на рассматриваемых участках автомобильных дорог.

В системе «проезжая часть — зеленая полоса — здание» деревья в сочетании с кустарниками оказывают ощутимое тормозящее воздействие на

скорость циркуляционных воздушных потоков и рассеяние компонентов ОГ в уличном пространстве (рис. 3). Газозащитный эффект такой системы существенно зависит как от конструкции полос зеленых насаждений и этажности зданий, так и от их взаимного приближения и может быть установлен по эмпирической зависимости [7]:

$$\omega = 57 \left[\frac{11b^{0,22} \left(1 + 2,63K^{\frac{1}{3}} \right) h^{1,65}}{H^{1,87} e^{3,34h/H}} - 1 \right], \quad (2)$$

где b — расстояние между линией застройки и краем проезжей части, м; K — коэффициент ажурности; h — высота полосы озеленения, м; H — средняя высота зданий на линии застройки; e — основание натуральных логарифмов.

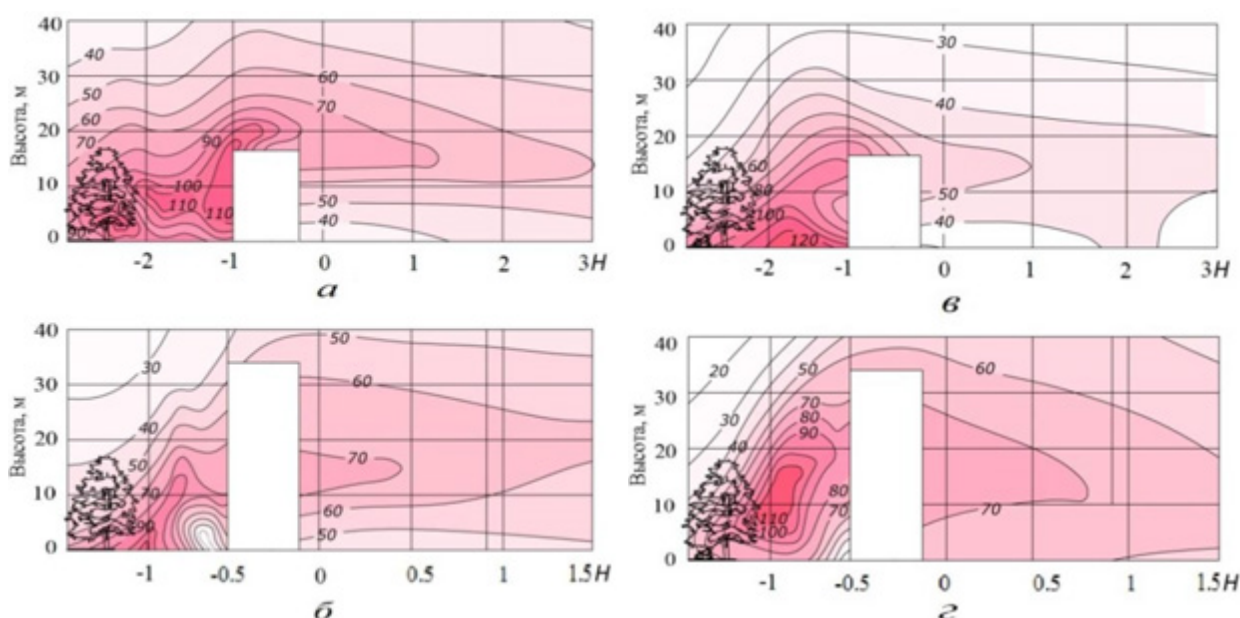


Рис. 3. Изменение концентрации $\text{NO}+\text{NO}_2$, %, в градоэкологической системе «линейный источник — зеленая полоса — здание» под воздействием полос озеленения продуваемой ($a, б$) и плотной ($в, г$) конструкции: $a, в$ — $h = H$; $б, г$ — $h = 0,5H$; h — высота полосы; H — высота здания; 100 % — начальная концентрация $\text{NO}+\text{NO}_2$ над краем проезжей части магистральной улицы на высоте 1,5 м

Существенным фактором, определяющим газозащитную эффективность полос озеленения в данной системе, является их относительная высота h/H . Максимальное снижение загазованности атмосферного воздуха в зоне пешеходного движения и у нижних этажей зданий по их наветренному фасаду наблюдается при достижении посадками высоты средних этажей зданий (рис. 4).

В данном случае полоса непродуваемой конструкции (рис. 3, $г$) снижает концентрации оксидов азота от 130...150 до 20 % в пешеходной зоне и от 100...150 до 20...90 % в пределах нижних этажей девятиэтажного здания.

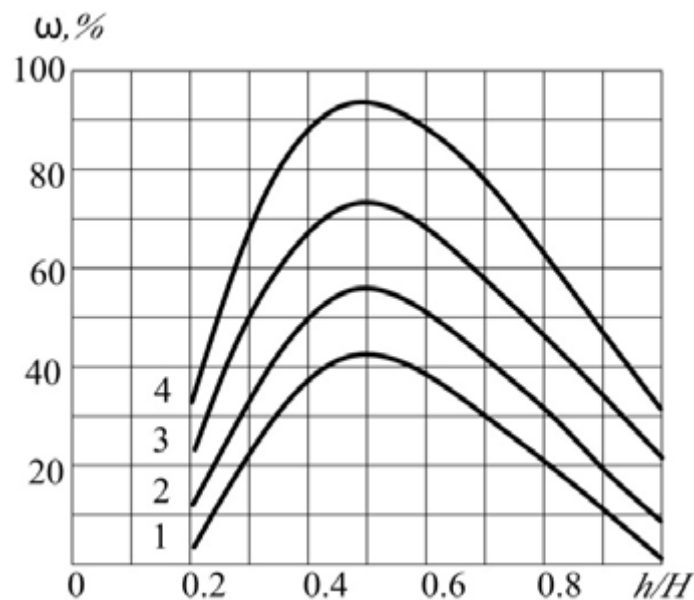


Рис. 4. Снижение концентрации $\text{NO}+\text{NO}_2$, %, в воздухе на пешеходном тротуаре между полосой озеленения и застройкой при $K = 0,1$ (1); $0,2$ (2); $0,4$ (3) и $0,8$ (4): h — высота полосы; H — высота здания

Очевидно, при достижении высоты деревьев уровня средних этажей зданий, следует ограничивать их рост, применяя конструктивные рубки. С этой целью для озеленения участков магистралей с плотной застройкой необходимо подбирать такие породы деревьев, какие легко переносят обрезку стволов и дают побеги на штамбе. Наилучшее время рубок — летний период, когда деревья и кустарники находятся в облиственном состоянии, что позволяет правильно отбирать ветви для удаления.

В сочетании с застройкой более эффективными по отношению к зоне пешеходного движения и внешним фасадам зданий оказываются полосы продуваемой и равномерно ажурной конструкции. При $h = H$ формируется зона умеренного загрязнения атмосферного воздуха перед полосой с открытым подкрановым пространством и обеспечивается более равномерное распределение компонентов ОГ по фасаду (рис. 3, а), а при $h = 0,5H$ стимулируется интенсивный турбулентный обмен в тротуарной части между полосой и зданием (рис. 3, б).

Вместе с тем при приближении высоты полос зеленых насаждений к высоте зданий происходит уменьшение концентрации $\text{NO}+\text{NO}_2$ по всей высоте дворовых фасадов. Это связано с более эффективным рассеянием примесей при увеличении длины пути прохождения газовой смеси над полосами озеленения и зданиями в верхнем слое атмосферы. При равенстве высот полосы и здания дополнительное снижение концентрации $\text{NO}+\text{NO}_2$ по дворовому фасаду составляет 20 % при продуваемой и 50 % при плотной непродуваемой конструкции зеленых насаждений от уровня загрязнения, фиксируемого без озеленения.

Таким образом, с увеличением высоты полос зеленых насаждений в системе «зеленая полоса — фронтальная застройка» их газозащитная роль

перераспределяется на внутриквартальное пространство. Однако здесь следует учитывать, что в пределах плотных посадок древесно-кустарниковых растений происходит накопление примесей из-за малой скорости ветра (рис. 3, в). Поэтому полосы озеленения плотной непродуваемой конструкции с крупномерными деревьями следует использовать совместно с нежилой застройкой на отдельных участках улично-дорожной сети, а также на магистральных дорогах в пригородных зонах с коттеджными поселками для защиты отдаленных от проезжей части жилых массивов от негативного воздействия транспорта.

Наибольший эффект шумозащиты наблюдается в густых посадках с плотной кроной деревьев и кустарников, где снижение звука происходит за счет отражения, поглощения и трансформации частот звуковых колебаний. При прохождении звуковых волн через шумозащитные полосы зеленых насаждений снижение звука происходит пропорционально их биомассе [4]. Акустический эффект здесь обеспечивают конструкция, дендрологический состав полос озеленения, ширина которых на магистральных улицах и дорогах не превышает 30 м. Согласно справочным данным [11], эффект снижения шума полосой такой ширины, при 7—8-рядной посадке деревьев в шахматной конструкции с кустарником в двухъярусной живой изгороди и подлеском, составляет 8...9 дБА. Такие же показатели получены в результате наблюдений на улицах г. Саратова [12] — группа тополей с пирамидальной формой кроны может снизить уровень шума на 9...10 дБА летом и на 5...7 дБА зимой.

Из приведенных источников следует, что снижение шума полосами зеленых насаждений, включаемыми в поперечный профиль городских улиц, не превышает 10 дБА. Это означает, что при обычно наблюдаемой шумовой характеристике транспортного потока на магистральных улицах (75...80 дБА) превышение нормативного уровня звука для дневного времени на территории жилой застройки (55 дБА — СП 51.13330.2011 «Защита от шума») будет составлять 20...25 дБА. Поэтому эффективность зеленых насаждений на улицах как шумозащитных средств не следует переоценивать — здесь они могут использоваться лишь в качестве дополнительных средств защиты от шума [11]. К такому же выводу приходит А. С. Прохода, отмечая в своей работе [13], что в условиях планировки крупных городов с высокой плотностью застройки зеленые насаждения не могут заметно влиять на уровни шума в первом эшелоне зданий, ближайшем к проезжей части. Очевидно, наибольшую эффективность шумозащитное озеленение будет проявлять на участках дорог, проходящих на значительном удалении от жилой застройки, достаточном для формирования широких многорядных полос. Например, на КАД в Санкт-Петербурге доля таких участков с шумозащитными полосами длиной от 60 до 1700 м достигает 25 % от всей протяженности акустических преград [14].

Максимальный шумозащитный эффект дают полосы с плотной кроной деревьев, отличающейся большим удельным весом «зеленой массы» [15].

Густосомкнутые, массивные кроны деревьев снижают уровень звука на 15...18 дБА. Причем наибольший эффект отмечается на первых 10...15 м посадки [4] и почти не возрастает с увеличением ширины объекта озеленения от 20 до 40 м [15]. Поэтому наиболее загущенные ряды деревьев и кустарников следует располагать со стороны магистрали. При этом целесообразно использовать прием шахматной посадки деревьев, большая эффективность которого доказана в работе М. М. Болховитиной [16]. По ее убеждению, полоса с расположением деревьев в шахматном порядке при расстоянии между ними не более 4 м и высоте не менее 5...8 м при высоте кустарника 1,5...2 м обеспечивает снижение шума на 3...4 дБ больше, чем полоса с обычной рядовой конструкцией посадки растений.

Натурные наблюдения, выполненные Е. П. Самойлюком и Ю. П. Эктовым в Волгограде, подтверждают, что шумозащитная эффективность полос зеленых насаждений разной ширины зависит, главным образом, от их конструктивных особенностей [17]. Более эффективными являются полосы, имеющие форму чередующихся сплошных плоскостей в виде стен, состоящих из плотных рядов деревьев с прозрачностью кроны (долей просветов) не более 0,2 и кустарников. На каждой плоскости полосы потеря уровня звукового давления составляет 1,5...2 дБА. Поэтому растительные массивы, с учетом возможных потерь энергии на пути распространения звука и затухания дифрагирующих звуковых волн, попадающих на большую поверхность, рекомендуется расчленять на составные части [18].

На территории шириной 50...75 м вместо одной сплошной следует размещать 2—3 противошумовые полосы, с разрывами между ними не менее высоты насаждения. В этом случае звуковая энергия будет гаситься за счет прохождения ее через среды различных плотностей. Кроме того, уровень шума уменьшится вследствие отражения от зеленых экранов (ряда полос) и распространения его по зеленым коридорам в пределах подкоронового пространства. Чем больше полос, тем эффективнее будет действовать формируемая таким путем зеленая система. В данном случае расчет величины снижения уровня шума рекомендуется производить по формуле, предложенной Майстером и Рурбергом [18]:

$$L_{\Pi} = 20 \lg(d + \sum B_m + \sum A_m) / d + 1,5z + \beta_m \sum B_m, \quad (3)$$

где L_{Π} — ожидаемый уровень шума за полосой зеленых насаждений, дБ; d — расстояние от источника до фронта шумозащитной полосы, м; z — количество рядов; B_m — ширина каждой полосы, м; A_m — ширина разрывов между полосами, м; $\beta_m = (0,13...0,16)$ дБ/м — удельное поглощение звука в кронах деревьев и кустарников.

Исследования, выполненные В. В. Цыганковым на автомобильных дорогах в пригородной зоне г. Брянска [15], показали, что наиболее эффективными по шумозащитным свойствам являются плотные линейно-полосные структуры, состоящие из крупномерных, быстрорастущих деревьев с густоветвящейся, низко опущенной кроной. При этом подкороновое пространство

полос озеленения должно быть закрыто кустарником в виде живой изгороди или подлеска. Полоса зеленых насаждений шириной 25...30 м, сформированная из обособленных рядов деревьев (5—6 рядов) с подлеском и кустарником, дает эффект снижения шума около 1,8 дБА на каждый ряд. Для специальных шумозащитных полос следует подбирать 1—2 породы деревьев с массивной кроной. Желательно в плане такую полосу располагать по зигзагообразной линии, которая увеличивает площадь отражения звуковой энергии.

Хвойные породы зеленых насаждений, по сравнению с лиственными породами, более эффективны по шумозащитным свойствам, которые практически не изменяются у них в течение года. Поэтому целесообразно включать в состав посадок деревья и кустарники вечнозеленых пород (туя западная, можжевельники, сосна, ель и др.). В качестве основных и дополнительных пород при этом могут быть клен остролистный, вяз обыкновенный, тополь бальзамический (в шахматной конструкции посадок) с кустарником в двухъярусной живой изгороди и подлеском (из спиреи калинолистной, жимолости татарской, акации желтой, дерна белого, клена татарского).

Насаждения для озеленения улиц и дорог должны быть достаточно газоустойчивыми. При выборе видового состава кустарников и древесных растений линейно-полосных структур зеленых насаждений рекомендуется высаживать клен полевой, тополя серебристый и черный, каштан конский, кизильник, боярышники, бересклет, пузыреплодник и снежноягодник [19]. При формировании средозащитных полос необходимо учитывать конкурентные взаимоотношения отдельных пород между собой в процессе роста, выделять из них главные, дополнительные и декоративные (отделочные). Для обеспечения скорейшего вступления в работу посадки должны быть быстрорастущими.

Библиографический список

1. Кочуров Б. И., Ивашкина И. В. Культурный городской ландшафт: геоэкологические и эстетические аспекты изучения и формирования // Экология урбанизированных территорий. 2010. № 4. С. 15—23.
2. Зенцов В. Н. Совершенствование методологии эколого-системного подхода к проектированию городской транспортной инфраструктуры : дис. ... канд. техн. наук. СПб., 1999. 160 с.
3. Ивашкина И. В., Кочуров Б. И. Формирование пространственной композиции культурного ландшафта города // Экология урбанизированных территорий. 2012. № 3. С. 22—28.
4. Чернышенко О. В. Поглотительная способность и газоустойчивость древесных растений в условиях города : дис. ... д-ра биол. наук. М., 2001. 193 с.
5. Городков А. В. Рекомендации по проектированию средозащитного озеленения территорий городов. СПб., 1998. 141 с.
6. Ахметов М. С., Щербак В. Н. Прогнозирование естественного проветривания карьеров методом физического моделирования // Состояние и перспективы исследования микроклимата в карьерах. Л. : Гидрометеиздат, 1974. С. 88—91.
7. Балакин В. В. Принципы формирования средозащитных полос зеленых насаждений на городских дорогах и улицах // Ученые Волгограда — развитию города : сб. ст. Волгоград, 2009. С. 109—111.

8. *Бояришинов М. Г.* Влияние лесного массива на перенос и рассеивание автотранспортных выбросов // Новое в экологии и безопасности жизнедеятельности : доклады Междунар. эколог. конгресса. Санкт-Петербург, 14—16 июня 2000 г. Т. 2. СПб. : Изд-во БГТУ, 2000. С. 235—237.

9. *Балакин В. В.* Регулирование аэрационного режима уличных каньонов приемами планировки и застройки // Вестник МГСУ. 2014. № 5. С. 108—118.

10. *Подольский В. П., Канищев А. Н., Рудаев В. Н.* Определение ажурности в снегозадерживающих лесополосах // Решение экологических проблем в автотранспортном комплексе : сб. докладов V Междунар. науч.-техн. конф. Москва, 1—2 февраля 2001. М. : Изд-во МАДИ (ГТУ), 2001. С. 129.

11. Руководство по учету в проектах планировки и застройки городов требований снижения уровней шума / ЦНИИП градостроительства Госгражданстроя. М. : Стройиздат, 1984. 46 с.

12. *Бечина Д. Н.* Древесно-кустарниковая растительность в городских условиях и ее влияние на снижение шума от автотранспорта (на примере города Саратова) : автореф. дис. ... канд. биол. наук. Саратов : Сарат. гос. аграр. ун-т, 2006. 17 с.

13. *Прохода А. С.* Инженерные методы расчета транспортного шума в застройке : дис. ... канд. техн. наук. М., 1983. 161 с.

14. *Буторина М. В.* Составление карты шума автомобильных дорог и ее использование для снижения шума в жилой застройке (на примере транспортного обхода вокруг Санкт-Петербурга) : дис. ... канд. техн. наук. СПб., 2002. 202 с.

15. *Цыганков В. В.* Оценка акустических свойств зеленых насаждений в городской среде : дис. ... д-ра сельхоз. наук. Брянск, 1996. 277 с.

16. Применение зеленых насаждений для снижения шума в крупных городах // Проблемы больших городов : обзорн. информ. Гос. науч.-исслед. ин-т науч. и техн. информ. / Сост. М. М. Болховитина. М., 1979. Вып. 3. 28 с.

17. *Самойлюк Е. П., Этков Ю. П.* Экспериментальное изучение на акустических моделях жилой застройки распространения шума транспортных магистралей // Борьба с шумом в городах и на производстве : материалы науч.-техн. конф. Волгоград : Нижне-волжское изд., 1969.

18. Градостроительные меры борьбы с шумом / Г. Л. Осипов, Б. Г. Прутков, И. А. Шишкин и др. М. : Стройиздат, 1975. 215 с.

19. *Ивченко Т. В., Романова Р. А., Короткова Е. Ю.* Озеленение крупных населенных пунктов как компенсация загрязнения атмосферного воздуха автомобильным транспортом // Экология урбанизированных территорий. 2014. № 1. С. 30—33.

О. Б. Барлит, С. Г. Артемова

*Волгоградский государственный технический университет,
Волгоград, Российская Федерация*

ПРЕИМУЩЕСТВА ТЕРМОПЛАСТИКА ПЕРЕД ДРУГИМИ МАТЕРИАЛАМИ ДЛЯ НАНЕСЕНИЯ ДОРОЖНОЙ РАЗМЕТКИ

Целью работы является выявление преимуществ и характеристик холодного термопластика по сравнению с другими материалами нанесения дорожной разметки. В ходе работы были выявлены основные факторы, влияющие на износостойчивость материала и его практичность, а также преимущество холодного термопластика перед другими материалами.

Ключевые слова: дорожная разметка, термопластик холодного нанесения, износостойчивость, технические характеристики.

Применение разметки в настоящее время признано одной из эффективных и широко внедряемых в странах Европы мер обеспечения безопасности дорожного движения низкой стоимостью, позволяющей в результате относительно небольших капиталовложений способствовать повышению безопасности на дорогах. В определенной степени эффективность дорожной разметки можно оценивать по статистическим данным анализа причин дорожно-транспортных происшествий.

В 90 % случаев безопасность дорожного движения, особенно в условиях ограниченной видимости, зависит от наличия оптических ориентиров на дороге. Практический опыт использования дорожной разметки в России и за рубежом показывает, что использование разметки проезжей части снижает аварийность, в зависимости от дорожных условий, на 5...30 %. Однако эффект восприятия разметки резко ухудшается в условиях выпадения дождевых осадков, так как водяная пленка, создающаяся на поверхности стекло-микрошариков, резко снижает эффект световозвращения.

Среди факторов, оказывающих наибольшее влияние на изменение светотехнических характеристик, следует выделить погодно-климатические и транспортно-эксплуатационные условия. При появлении недостатков, светотехнические показатели ухудшаются, а также часто происходит отслоение отдельных элементов горизонтальной дорожной разметки и возникает необходимость повторного выполнения работ, что в свою очередь экономически нецелесообразно.

Разработанные и предложенные мероприятия должны быть направлены на долговечность материалов и отражение ими своих светотехнических характеристик.

Дорожная разметка выполняется эмалями (красками), термопластиками, пластиками холодного нанесения или другими долговечными материалами по технической документации, утвержденной в установленном порядке.

Пластики холодного нанесения — разметочные материалы на основе реакционноспособных мономеров, содержащие пигменты и наполнители, образующие после химического отверждения твердые непрозрачные лакокрасочные покрытия с высокой функциональной долговечностью. Различают спрей-пластики (толщина нанесения от 0,5 до 1,0 мм) и толстослойные пластики (толщина нанесения от 2,0 до 3,0 мм).

Системы на основе растворителей или на водной основе на практике оказались менее изнаноустойчивыми в отличие от систем из пластика, наносимого холодным распылением, результатом чего является существенно больший общий расход материала. Краска на основе растворителей требует десятикратного нанесения для удовлетворения минимальных требований в течение десяти лет. В это же время пластик, наносимый холодным распылением, требует лишь четырехкратного нанесения. Это обеспечивает более эффективное использование материала дорожной разметки, гарантируя меньший уровень воздействия на окружающую среду в целом. Термопластик также изнаноустойчив, однако его длительный срок службы достигается за счет высокого расхода материала в ходе одного нанесения.

Благодаря своей изнаноустойчивости системы из холодного пластика и термопластика являются наиболее ресурсосберегающими и экологичными решениями разметки на дорогах с высокой интенсивностью движения. В то время как недолговечные системы, на основе краски, подходят для дорог с низкой интенсивностью движения.

Как показала практика использования холодного пластика, он менее требователен к влажности дорожного покрытия, что имеет существенное значение при проведении весенних и осенних разметочных работ.

Лабораторные испытания материалов, как и нанесение дорожной разметки, — вид дорожных работ, требующий подтверждения качества соответствия государственным стандартам. Контроль качества дорожной разметки должен осуществляться специализированными организациями, располагающими необходимым оборудованием для квалифицированной оценки качества применяемых материалов и изделий, операционного контроля в процессе нанесения дорожной разметки, приемочного контроля по окончании ее нанесения и качества разметки в процессе ее эксплуатации.

В качестве заключения необходимо отметить, что пластик холодного нанесения является наиболее оптимальным материалом. При этом важно обеспечить полную функциональную сохранность дорожной разметки и ее светотехнические характеристики.

С. С. Близниченко, О. Судки

Кубанский государственный технологический университет,
г. Краснодар, Российская Федерация

ДОРОЖНЫЕ УСЛОВИЯ И БЕЗОПАСНОСТЬ ДВИЖЕНИЯ В СИРИИ

Представлены результаты анализа дорожных условий и безопасности движения в Сирии. Дано описание природно-климатических условий районов проложения трасс дорог, рельефа и ландшафта. Приведены данные обследования дорожной сети и показателей аварийности. Основное внимание уделено статистике дорожно-транспортных происшествий.

Ключевые слова: Сирия, дорожные условия, безопасность движения, дорожно-транспортное происшествие.

В современных условиях большую роль для восстановления нормальной работы автомобильного транспорта Сирийской Арабской Республики (САР) играет дорожное хозяйство, часть которого разрушена во время недавних боевых действий. Конфигурация и протяженность сети автомобильных дорог САР в первую очередь определяется особенностями рельефа страны и ее географическим положением. Своеобразие ландшафта и наличие равнинных, холмистых и горных регионов предопределило неравномерность развития в них дорожной сети по протяженности и степени совершенства. При этом важное значение для безопасности движения имеет климат.

Сирия располагается на Ближнем Востоке, между границами с Ливаном и Турцией омывается Средиземным морем (рис. 1). Территория ее равна 185,2 тыс. км², подразделяется на западную прибрежную зону, опоясанную узким двойным горным хребтом, и более обширную зону на востоке, представляющую из себя плато.



Рис. 1. Карта Сирии

Климат Сирии субтропический, средиземноморского типа. В районе Средиземноморского побережья выпадает значительное количество осадков, в центре страны сухой, резко континентальный климат.

Сирийский климат континентальный и сухой во внутренних районах вдали от побережья, умеренный на побережье и в горах на западе страны. В летнее время температуры днем поднимаются до 42 °С, зимой температуры опускаются до +10 °С, а в местах, где высота более 600 метров, таких как Саланфа, Блудан, Мушта Алхилу, в ночное время опускаются еще ниже. В Алеппо, на северо-западе страны, средняя температура в августе составляет около 30 °С, средняя температура января около 4 °С, климат Дамаска очень похож на климат южных регионов страны.

Вдоль прибрежного хребта климат в Сирии умеренный. Однако с мая по сентябрь наблюдается длительный сухой сезон. По мере продвижения внутрь страны, к равнинам и сирийской пустыне климат постепенно становится более сухим, более континентальным, с жаркой и сухой зимой.

Высокая среднегодовая температура воздуха характерна почти для всей страны (для Средиземноморского побережья +19 градусов, юго-восточной части Сирии более +20 градусов, остальной части +15...20 градусов). Только в горных районах, расположенных на высоте более 1000 метров над уровнем моря, среднегодовая температура ниже +15 градусов. Осадки распределяются по стране крайне не равномерно. Наибольшее их количество характерно для западных и северных районов страны, а в восточных и южных районах их количество резко сокращается. Наибольшее количество осадков характерно для Средиземноморского побережья Сирии (600...900 мм за год), на склонах горного массива Ансария 1500 мм/год, а в горных районах страны свыше 1000 мм в год. В районах, расположенных в глубине страны, количество осадков сокращается до 500 мм/год, так как горные барьеры мешают проникновению туда влажных морских ветров. На степных плато в юго-восточной части Сирии количество осадков сокращается до 250...100 мм/год.

Летние осадки в Сирии очень редки, наиболее часто они выпадают в крайнем северо-западном регионе. На побережье и западном склоне горного хребта выпадает от 750 до 1000 миллиметров. Что касается восточных регионов, здесь количество осадков существенно меньше. Количество осадков на равнине между Алеппо и Дамаском колеблется от 260 до 510 мм в год. Количество осадков в пустыне постепенно снижается с 125 мм до менее 25 мм в юго-восточном регионе.

Снег выпадает зимой вдали от прибрежных мест, отрицательные температуры, сопровождаемые выпадением снега, наблюдаются лишь в горной местности.

Существенное количество выпадающих осадков в Сирии обусловлено влиянием Средиземного моря, от которого ветры западного и северо-западного направлений, несут влагу. Однако весной, в начале лета и осенью из Аравийской пустыни дует горячий ветер — хамсин. Он несет с собой

огромное количество песчаной пыли и поднимает температуру на 10...15 градусов [1].

Осадки в Сирийской Арабской Республике чаще наблюдаются зимой. Зимние дожди более многочисленны и более продолжительны, чем в весенний и осенний периоды, дожди весной и осенью чаще наблюдаются в восточной, северо-восточной и юго-западной частях страны.

Характер местности влияет на количество осадков, так как карта распределения осадков соответствует топографической карте Сирии. Карта распределения дождей (рис. 2) показывает, что на западный горный регион приходится наибольшее количество осадков. Количество осадков на побережье в Тартусе — 850 мм/год, в Латтакии — 810 мм/год. Максимальное количество осадков, до 1600 мм/год, выпадает на западных склонах прибрежных гор (метеостанция Джуба-Баргаль), на восточных склонах гор количество осадков уменьшается и на равнине Алгап фиксируется до 600 мм/год.

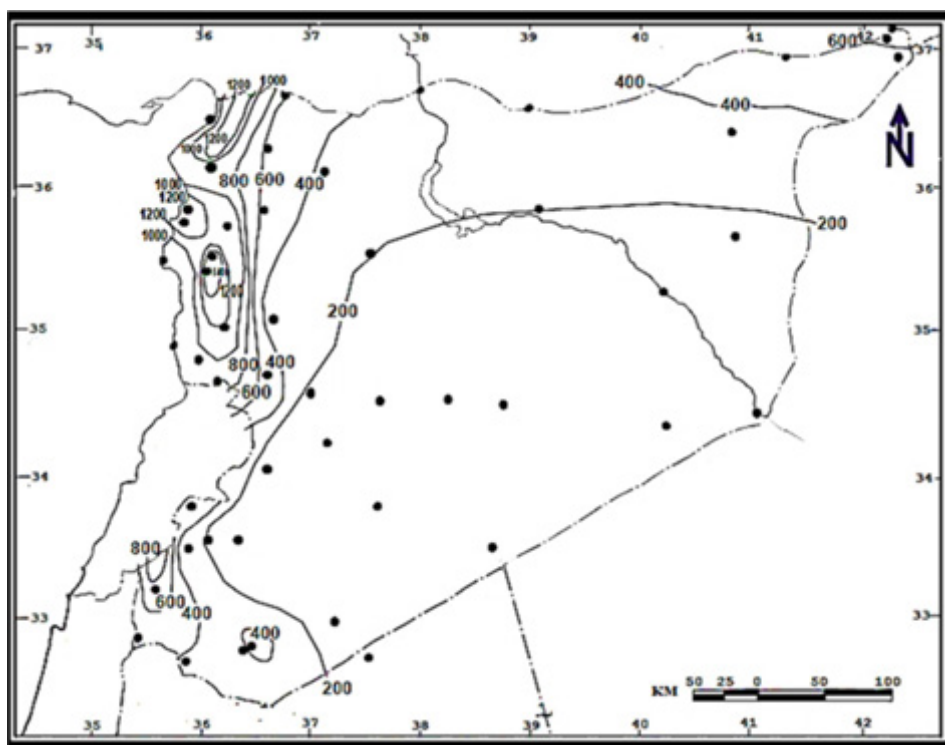


Рис. 2. Распределение среднегодового количества осадков на территории Сирийской Арабской Республики

На сирийском юге количество осадков колеблется от 250 до 500 мм/год. В восточных и юго-восточных районах количество осадков колеблется от 200 до 400 мм/год, как и на равнинах Алеппо, Хама, Хомси Хоран. Самое низкое годовое количество осадков — 100 мм наблюдается на сирийско-иракской границе в районе Альтнф.

В таблице 1 и на рис. 3 показано распределение количества выпадающих осадков по территории Сирийской Арабской Республики. Из таблицы 1 видно, что на 50 % территории Сирийской Арабской Республики ежегодно выпадает свыше 250 мм осадков в год.

Таблица 1

Распределение количества выпадающих осадков по территории Сирийской Арабской Республики

Площадь, км ²	Процент от общей площади Сирии, %	Среднегодовое количество осадков, мм
9250	5	Более 1000
3700	20	1000...500
46 000	25	500...250
74 000	40	250...100
18 500	10	Меньше 100
185 000	100	—

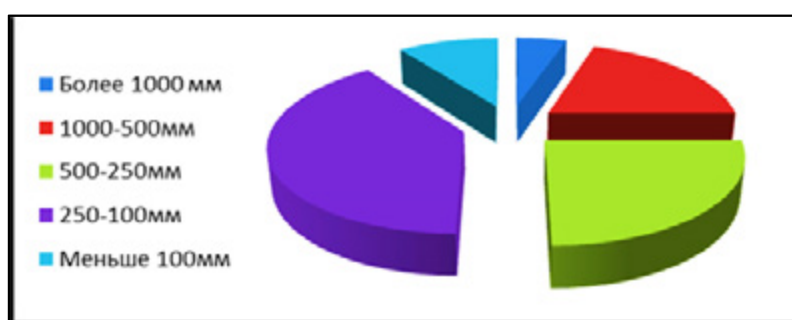


Рис. 3. Распределение площади Сирии в зависимости от среднегодового количества осадков

Площадь земли, получающей более 1000 мм, составляет 5 % территории Сирии (прибрежная горная местность), площадь, получающая осадков в пределах от 500...1000 мм, составляет 20 % территории (прибрежный и западный регион прибрежных гор и территория на севере страны).

Климат всей территории Сирии, за исключением прибрежных районов, характеризуется увеличением относительной влажности в зимний период и уменьшением летом. В прибрежной зоне летом наблюдается высокая относительная влажность из-за воздействия моря. Величина влажности летом составляет 20...50 % в восточной части Сирии и на юго-востоке страны и 70...80 % в прибрежных районах, а зимой она колеблется от 60 до 80 % в восточной части Сирии и на юго-востоке и от 60 до 70 % в прибрежных районах.

Карта дорожной сети Сирии (рис. 4) показывает, что самая большая протяженность дорожной сети сосредоточена в западных, северных и южных провинциях, где количество осадков наибольшее.

Все вышеперечисленные природные и погодно-климатические факторы оказывают большое влияние на развитие дорожной сети Сирии и безопасность движения.

В то же время сопоставление темпов развития дорожной сети с темпами роста автомобильных перевозок показывает, что парк автомобилей и объем выполняемой ими работы возрастает значительно быстрее, чем протяженность автомобильных дорог. Вследствие опережающего роста автомобильного парка, а также технических возможностей транспортных средств, из года в год возрастает число дорожно-транспортных происшествий (ДТП).



Рис. 4. Карта дорожной сети Сирии

В Сирии отсутствуют критерии по выявлению участков концентрации ДТП, способы и рекомендации по их устранению и повышению удобства и безопасности движения на участках концентрации ДТП на автомобильных дорогах. Поэтому проблема выявления участков концентрации ДТП, способы улучшения удобства и повышения безопасности движения на них являются весьма актуальными для условий САР.

Анализ существующих методов выявления участков концентрации ДТП и удобства движения на автомобильных дорогах показал, что этой проблеме посвящены работы В. Ф. Бабкова [2], А. П. Васильева [3, 4], О. А. Дивочкина [5], Е. М. Лобанова [6], В. В. Сильянова [7], В. В. Чванова [8] и др. В Сирии такие работы на загородных автомобильных дорогах не проводились. В связи с этим в практической деятельности организаций, связанных с обеспечением удобства и безопасности дорожного движения, вопросу выбора критериев участков концентрации ДТП должно уделяться особое внимание.

В Сирии ежегодно фиксируется большое количество дорожно-транспортных происшествий. Так, в предвоенный период с 2005 по 2010 гг. произошло 162 178 аварий, в которых погибло 14 741 человек и 88 398 человек получили ранения. Сегодня, когда идет война, данные аварийности снижаются, однако снижения, по всей видимости, не связаны с повышением безопасности движения, а являются результатом военных действий, приводящих как к падению интенсивности движения, так и к затруднениям при получении фактических данных, отражающих состояние аварийности.

К сожалению, данных о дорожно-транспортных происшествиях в Сирии очень мало, и их трудно получить в нынешних условиях. В таблице 2 и на рис. 5 и 6 приведено общее количество ДТП и ущерб от них, согласно данным центрального офиса статистики Сирии [9].

Таблица 2

Общее количество ДТП и пострадавших

Год	Общее количество аварий	Число погибших	Число раненых
1970	4805	771	—
1975	6857	865	—
1980	9853	1280	—
1985	11 815	806	4782
1990	12 711	1159	5650
1995	15 649	1524	7897
1996	14 297	1386	8425
1997	14 694	1256	8273
1998	12 737	1439	7679
1999	13 145	1423	7575
2000	14 261	1219	8475
2001	14 135	1621	8444
2002	14 609	1653	8353
2003	14 547	1485	8885
2004	16 985	1653	10 661
2005	20 134	2197	12 841
2006	26 418	2756	15 668
2007	28 599	2818	16 145
2008	25 930	2563	13 567
2009	29 605	2289	14 941
2010	31 492	2118	15 236
2011	29 294	1797	12 839
2012	16 093	905	6489
2013	8631	408	3885
2014	9305	484	5008
2015	9011	416	3997
2016	8357	714	3797

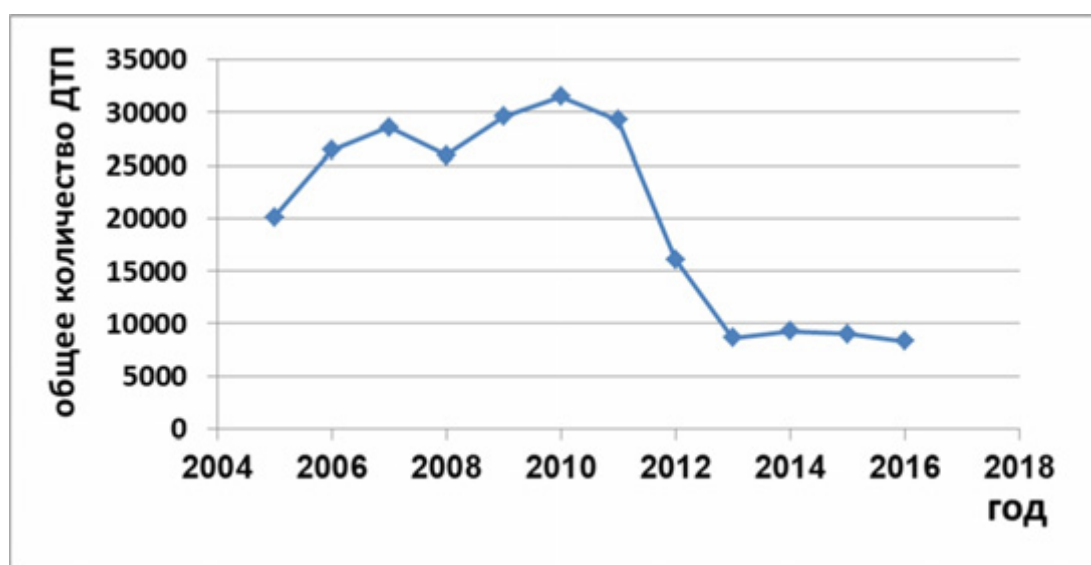


Рис. 5. График изменения числа ДТП во времени в Сирии

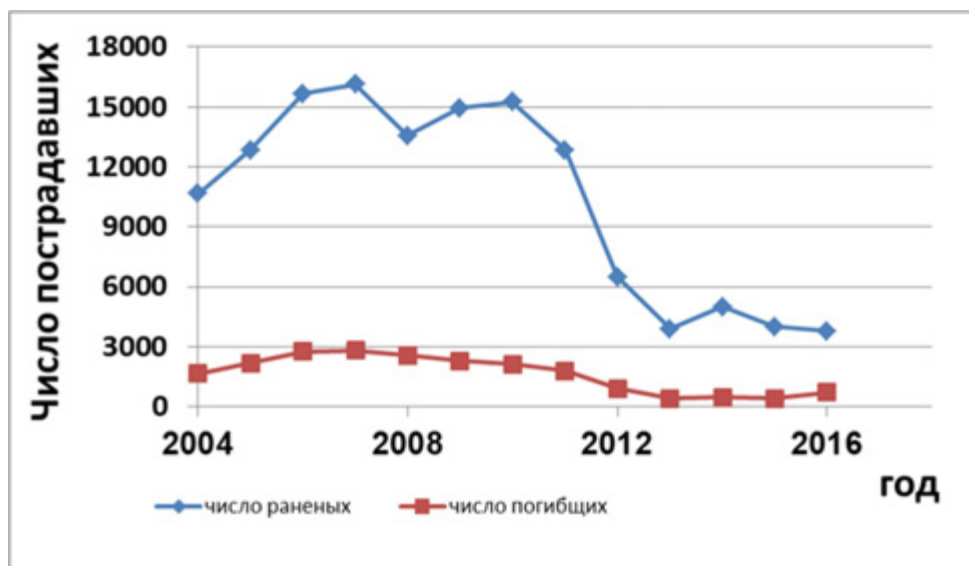


Рис. 6. Зарегистрированное в Сирии количество пострадавших в ДТП в период с 2004 по 2016 гг.

По данным центрального офиса статистики Сирии, в 2015 году только в провинции Латакия было зарегистрировано 933 ДТП, в которых погибли 49 и ранено 392 человек.

По данным Департамента дорожного движения Министерства внутренних дел Сирии, приведенным агентством «САНА» (Сирийское арабское новостей агентство), в течение июня и июля 2019 года, на которые приходится наибольшая интенсивность движения между сирийскими городами, количество зарегистрированных ДТП составило 2627 и 2890, соответственно. По данным САНА, общее число дорожно-транспортных происшествий и, соответственно, погибших и раненых при ДТП на автомобильных дорогах в Сирии за последние годы сократилось. Это снижение объясняется тем, что многие центральные дороги вышли из строя в результате войны. В 2019 году было зафиксировано около 10 тысяч дорожно-транспортных происшествий, причины которых приведены в табл. 3 и на рис. 7.

Из приведенной диаграммы (см. рис. 7) видно, что 34 % от общего количества ДТП в Сирии связаны с состоянием сети дорог.

Анализ дорожно-транспортных происшествий, происходящих на сети автомобильных дорог Сирии, показал, что в настоящее время положение с обеспечением безопасности на дорогах существенно ухудшилось из-за войны, которая длится уже более 10 лет. В условиях продолжающейся войны органы государственной власти не могут в полной мере поддерживать надлежащее транспортно-эксплуатационное состояние автомобильных дорог, не могут организовать контроль параметров дорожных покрытий, влияющих на безопасность движения. Однако в будущем, по мере улучшения общей обстановки в стране, несомненно, этой проблеме будет уделяться большее внимание. Именно поэтому уже сейчас необходимо начать полномасштабные исследования по уточнению и совершенствованию известных методов прогнозирования аварийности и повышения пропускной способности существующих и

вновь проектируемых автомобильных дорог различных классов, особенно автомобильных магистралей. Указанные вопросы являются основными задачами диссертационной работы сирийского аспиранта — соавтора данной статьи.

Таблица 3

Причины дорожно-транспортных происшествий

Количество дорожно-транспортных происшествий	Причины ДТП
3500	Состояние дороги
3400	Несоблюдение ПДД
1700	Состояние водителя
1400	Техническое состояние ТС



Рис. 7. Причины возникновения ДТП, зарегистрированных в 2019 г.

В таблице 4 приведены общие сведения о параметрах геометрических элементов и интенсивности движения транспортных потоков для нескольких обследованных автомобильных дорог.

Таблица 4

Общие сведения об обследованных дорогах

Название дорог	Классификация дорог	Протяженность дороги, км	Ширина проезжей части, м; число полос движения	Ширина обочины, м	Интенсивность движения по направлениям, авт./сут
Латакия — Тартус	Международная автомагистраль	34	11,5; 3	2	→ 16 090 ← 14 843
АльКабу — АльКардаха	Местная дорога	15,5	7,5; 2	1,5	→ 3600 ← 3640
Латакия — Хафха — Саланфа	Местная дорога	43	7,5; 2	1	→ 4430 ← 4980
Латакия — Касаб	Международная дорога	20	7,5; 2	2,5	→ 12 567
		28,5	7,5; 2	2	← 5377

Сопоставление данных табл. 4 и материалов статистики ДТП на указанных автомобильных дорогах свидетельствует о значительном влиянии дорожных условий на безопасность движения. Вместе с тем точное выявление роли факторов дорожных условий в каждом из ДТП требует проведения дополнительных обширных исследований с уточнением значений частных коэффициентов аварийности для условий Сирии. Уточнению подлежат также методы определения коэффициентов безопасности и оценки пропускной способности дорог. Одновременно требуется изучение психофизиологии водителей-сирийцев в привязке к местным дорожным условиям. Все это позволит обеспечить повышение удобства и безопасности движения на автомобильных дорогах Сирии.

Библиографический список

1. Сайт с информацией о географии стран мира. URL: <http://www.gecont.ru/articles/geo/siria.htm> (дата обращения: 11.11.2022).
2. Бабков В. Ф. Дорожные условия и безопасность движения. М. : Транспорт, 1993. 271 с.
3. Васильев А. П. Состояние дорог и безопасность движения автомобилей в сложных погодных условиях. М. : Транспорт, 1976. 224 с.
4. Васильев А. П. Проектирование дорог с учетом влияния климата на условия движения. М. : Транспорт, 1986. 248 с.
5. Дивочкин О. А. Некоторые вопросы безопасности движения на автомобильных дорогах : дис. ... канд. техн. наук. М., 1968. 254 с.
6. Лобанов Е. М. Проектирование дорог и организация движения с учетом психофизиологии водителя. М. : Транспорт, 1980. 311 с.
7. Сильянов В. В. Транспортно-эксплуатационные качества автомобильных дорог. М. : Транспорт, 1984. 287 с.
8. Чванов В. В. Методы оценки и повышения безопасности дорожного движения с учетом условий работы водителя. М. : ИНФРА-М, 2010. 416 с.
9. Сайт центрального офиса статистики Сирии. URL: <http://cbssyr.sy/> (дата обращения: 1.10.2022).

УДК 656.

М. О. Карпушко, В. Г. Васильев

*Пермский военный институт войск национальной гвардии Российской Федерации,
г. Пермь, Российская Федерация*

К ВОПРОСУ О СОДЕРЖАНИИ И РЕМОНТЕ АЭРОДРОМОВ СОВМЕСТНОГО БАЗИРОВАНИЯ

Приведены общие сведения об аэродромах совместного базирования. Рассмотрены воздушные суда, выполняющие различные задачи ВВС РФ. Особое внимание уделено вопросам содержания и ремонта аэродромов. Выделены основные виды работ. Приведен метод ACN/PCN определения технического состояния и несущей способности покрытий.

Ключевые слова: аэродром совместного базирования, авиация, воздушное судно, содержание, ремонт.

Согласно статье 44 Воздушного кодекса Российской Федерации от 19.03.1997 № 60-ФЗ в редакции от 14 марта 2022 г. (с изменениями и дополнениями, вступившими в силу с 01.09.2022) аэродром, на котором совместно базируются гражданские, государственные и воздушные суда (ВС) экспериментальной авиации, является аэродромом совместного базирования (АСБ). Базирование обеспечивает все необходимые условия для проведения боевой подготовки, поддержания боевой готовности и ведения боевых действий путем размещения авиационных баз, частей и подразделений на аэродроме [1].

Перечень аэродромов совместного базирования определен и утвержден распоряжением Правительства РФ от 10 августа 2007 г. № 1034-р «Об утверждении перечня аэродромов совместного базирования Российской Федерации и о признании утратившими силу некоторых распоряжений Правительства Российской Федерации». Федеральными органами исполнительной власти, а также организациями, которым разрешено совместное базирование, выступают Министерство промышленности и торговли, Министерство обороны, Росгвардия, МЧС России, авиационные образовательные учреждения, авиапредприятия и авиакомпании, транспортные компании, авиационно-спортивные клубы и др. В настоящее время в этот перечень включено 95 аэродромов. Карта АСБ и приаэродромных территорий показана на рис. 1 [2].

До 2028 года запланирована масштабная реконструкция 106 аэродромов: ремонт 13 млн км² искусственного покрытия, строительство 700 объектов управления движением, электроснабжения, ремонта самолетов и вертолетов, служебно-технического обслуживания.

За период с 2014 по 2019 гг. на аэродромах в г. Астрахани и Астраханской области, г. Анапе, Краснодарском крае, республике Северной Осетии, Мурманской, Калининградской и Саратовской областях, а также в Подмоскowie было проведено обновление инфраструктуры и реконструкция

взлетно-посадочных полос (ВПП) [3]. Ремонтные работы коснулись, в том числе двух аэродромов («Нагурская» и «Темп»), расположенных в арктической зоне.

На основании подписанного 14 октября 2021 г. концессионного соглашения между Министерством обороны РФ и ПАО «Газпром» будет проведена реконструкция аэродрома «Левашово» (Санкт-Петербург) в «аэродром совместного базирования» [4].

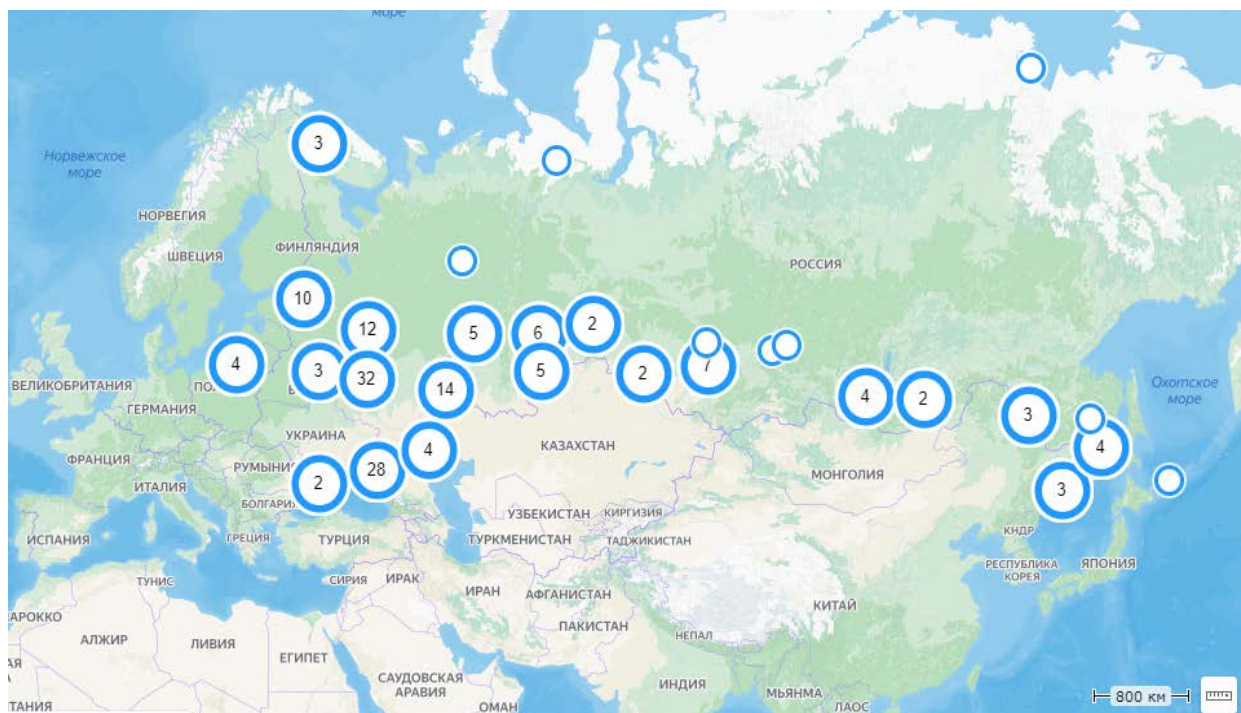


Рис. 1. Карта аэродромов и приаэродромных территорий

Согласно приказу Министерства транспорта РФ от 25 августа 2015 г. № 262 «Об утверждении Федеральных авиационных правил “Требования, предъявляемые к аэродромам, предназначенным для взлета, посадки, руления и стоянки гражданских воздушных судов”», аэродромы совместного базирования должны отвечать аналогичным требованиям, которые предъявляются к аэродромам гражданской авиации.

Эксплуатация АСБ включает проведение технических и организационных мероприятий, необходимых для выполнения полетов ВС различных моделей, типов и предназначения: бомбардировщики (стратегические/дальние сверхзвуковые/ракетоносцы), истребители (многоцелевые/всепогодные/бомбардировщики), перехватчики и штурмовики (высотные/сверхзвуковые), боевые вертолеты и самолеты (с дальним радиолокационным обнаружением и наведением), военные транспортные самолеты и др.

По данным ежегодного обзора WORLD AIRFORCES 2022 [5] на начало 2022 года Россия находится на втором месте по численности самолетов и вертолетов (рис. 2), насчитывая 4173 воздушных судна.

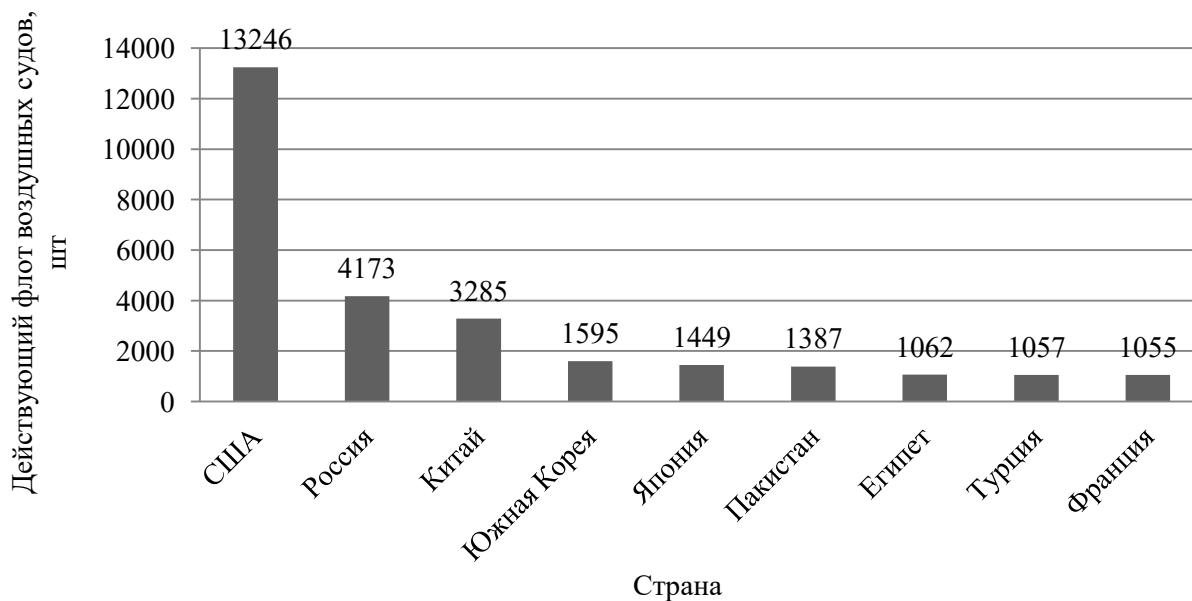


Рис. 2. Численность самолетов и вертолетов России на начало 2022 года

Самолеты Военно-воздушных сил РФ (ВВС РФ) выполняют боевые, вспомогательные и специальные задачи. По предназначению выделяют авиации, представленные на рис. 3 [6].



Рис. 3. Структура авиации ВВС РФ

Основу парка составляют самолеты, приведенные на рис. 4. На вооружении военно-транспортной авиации состоят военно-транспортные самолеты и вертолеты (рис. 5). В перечень их основных задач входит:

- 1) десантирование подразделений/частей;
- 2) доставка и перевозка боеприпасов, вооружения и материальных средств;
- 3) маневрирование и перевозка войск;
- 4) эвакуация (раненых и больных);
- 5) специальные задачи.

Дальняя авиация и военно-транспортная совместно с оперативно-тактической и армейской для решения соответствующих задач в своем составе имеют авиации, представленные на рис. 6.

Обеспечение выполнения указанных задач возможно только в случае готовности аэродрома для производства полетов. За обеспечение функционального назначения элементов летного поля отвечает эксплуатационное содержание, которое включает работы по контролю (инспектированию), инструментальному осмотру, выполнению работ по содержанию и ремонту.

Классификация работ по содержанию и ремонту аэродромов гражданской авиации утверждена постановлением Правительства РФ от 17 октября 2017 года № 1258 (рис. 7).

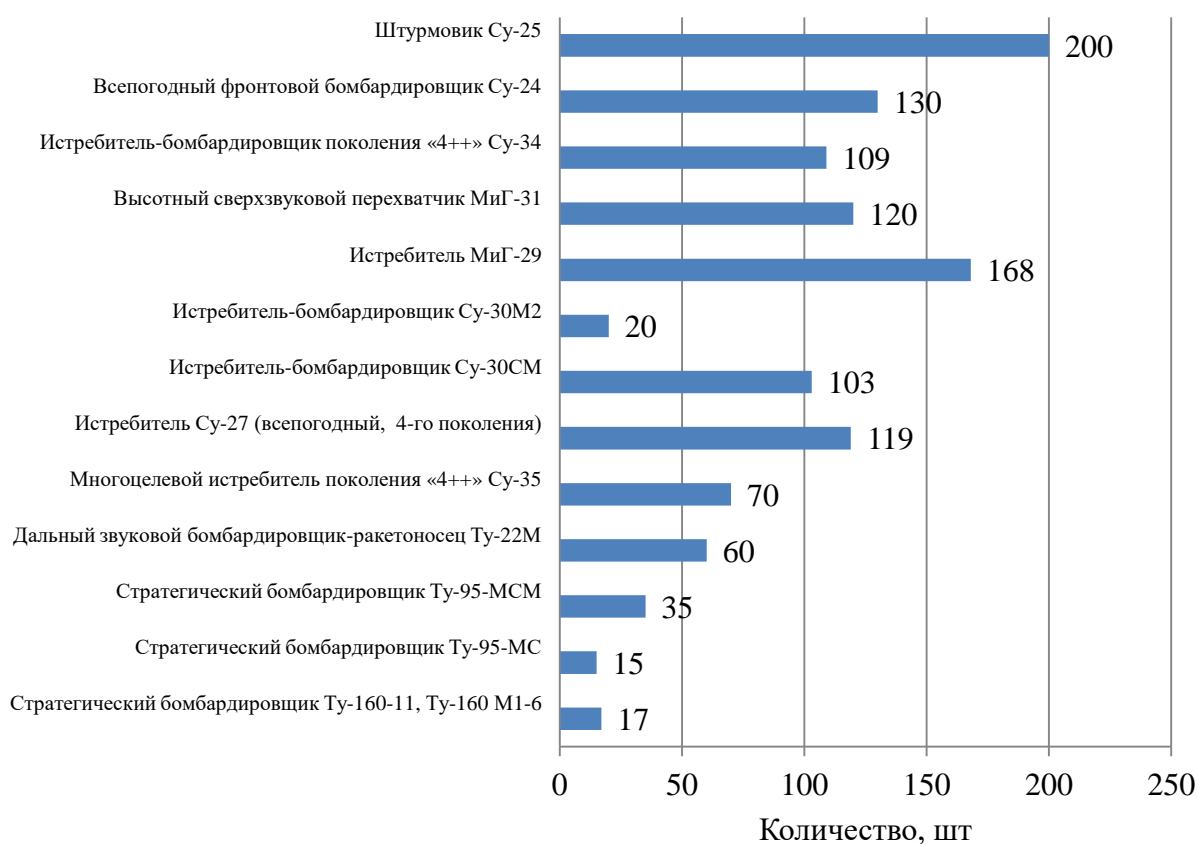


Рис. 4. Воздушные суда стратегической, дальней и фронтовой авиации

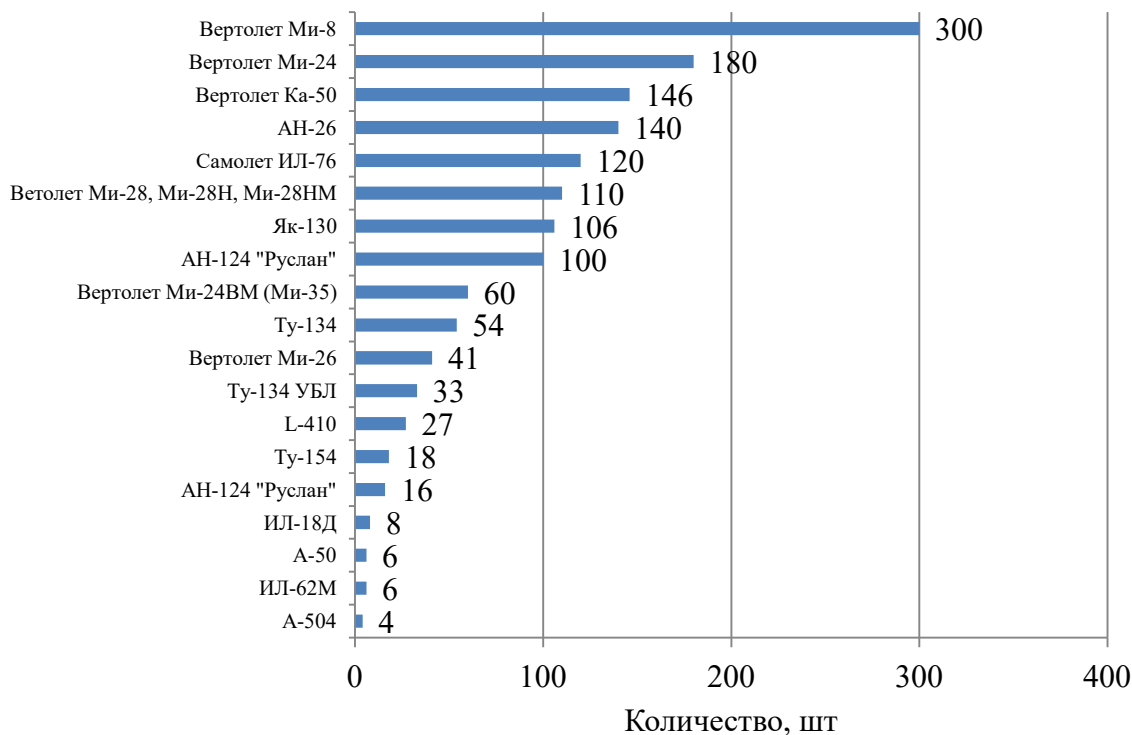


Рис. 5. Воздушные суда военно-транспортной авиации

<p>бомбардировочная, является основным ударным средством ВВС и предназначена для поражения группировок войск, авиации, военно-морских сил противника, разрушения его важных военных, военно-промышленных, энергетических объектов, узлов коммуникаций, ведения воздушной разведки и минирования с воздуха преимущественно в стратегической и оперативной глубине</p>	<p>штурмовая, является средством авиационной поддержки войск и предназначена для поражения войск, объектов, а также самолетов (вертолетов) противника на аэродромах базирования, ведения воздушной разведки и минирования с воздуха преимущественно на переднем крае, в тактической и оперативно-тактической глубине</p>
<p>истребительная, предназначена для поражения самолетов, вертолетов, крылатых ракет и беспилотных летательных аппаратов в воздухе и наземных (морских) объектов противника</p>	<p>разведывательная, предназначена для ведения воздушной разведки объектов, противника, местности, погоды, воздушной и наземной радиационной и химической обстановки</p>
<p>транспортная, предназначена для десантирования воздушных десантов, перевозки войск, вооружения, военной и специальной техники и других материальных средств по воздуху, обеспечения маневра и боевых действий войск (сил), выполнения специальных задач</p>	<p>специальная, предназначена для: ведения радиолокационной разведки и осуществления наведения авиации на цели; постановки радиоэлектронных помех и аэрозольных завес; поиска и спасания летных экипажей; дозаправки в воздухе; эвакуации; обеспечения управления и связи; ведения воздушной радиационной, химической, биологической, инженерной разведки</p>

Рис. 6. Состав дальней и военно-транспортной авиации

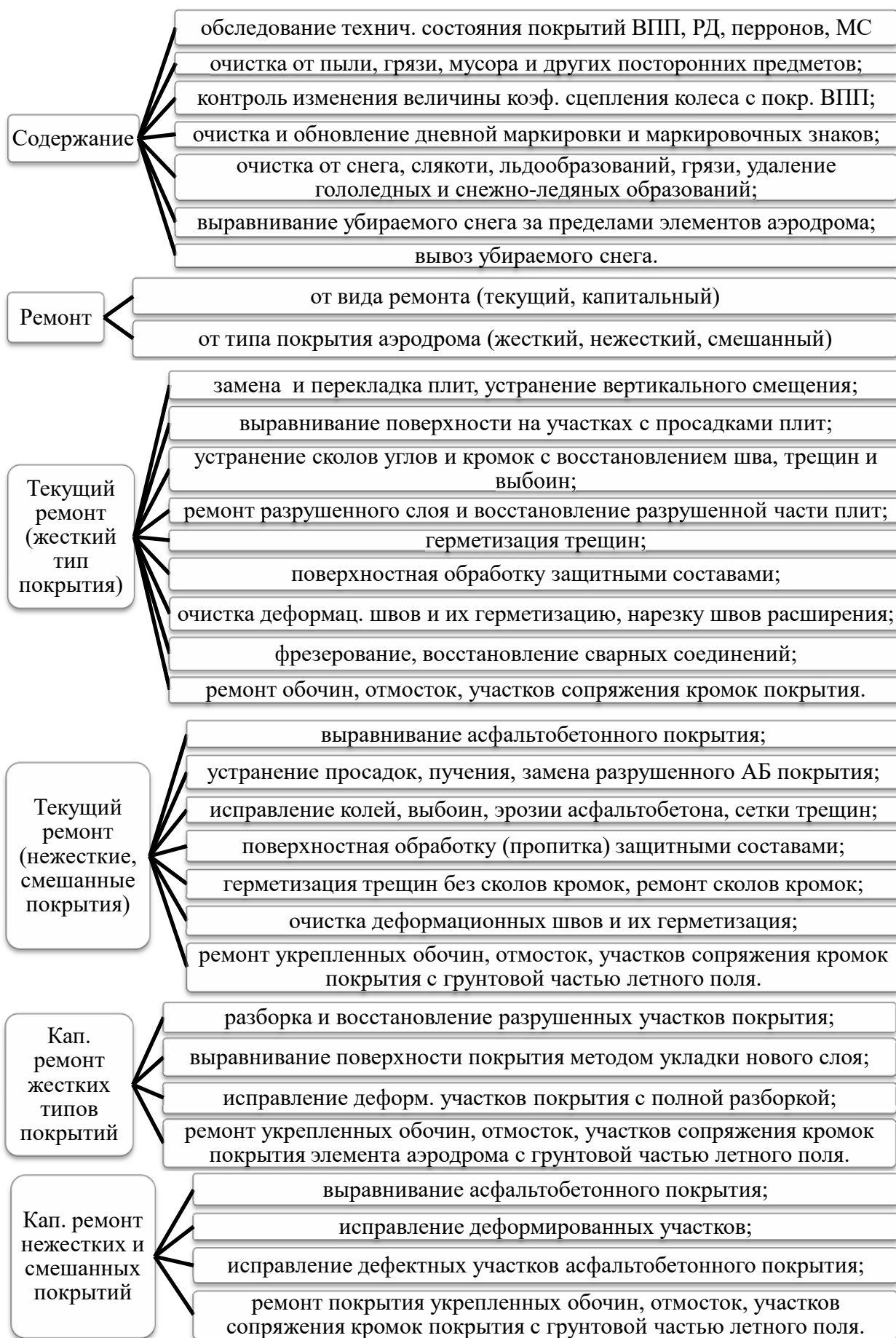


Рис. 7. Работы по ремонту и содержанию аэродромов гражданской авиации

В соответствии с приказом Минпромторга РФ от 30.12.2009 № 1215 «Об утверждении нормативных методических документов, регулирующих функционирование и эксплуатацию аэродромов экспериментальной авиации» необходимость проведения и выбор вида ремонтных работ назначаются после оценки технического состояния искусственного покрытия и его несущей способности.

Покрытие должно быть устойчивым к воздействию многочисленных факторов. Организация, выполнение и обеспечение полетов на аэродромах совместного базирования сопровождаются особенностями, связанными с взлетами и посадками военных воздушных судов, оснащенных специальным снаряжением, обладающих разными тактико-техническими характеристиками: весовыми данными (нормальная и максимальная взлетные массы, максимальный вес боевой нагрузки) и их распределением; геометрическими данными (длина, высота самолета, размах и площадь крыла); взлетная и посадочная скорости; длина разбега/пробега; схемы снижения и захода на посадку и др. [7].

Согласно СП 491.1325800.2020 «Аэродромы. Правила обследования технического состояния» при эксплуатации аэродромных покрытий сверхнормативными нагрузками периодичность выполнения обследований определяется в зависимости от соотношения «классификационное число воздушного судна ACN / классификационное число покрытия PCN» (табл.).

Периодичность выполнения обследований

Соотношение ACN / PCN	Периодичность обследований, раз в год, не менее
1,0 и менее	1
1,0...1,25	2
Более 1,25	4

Оценить техническое состояние поверхности покрытия можно параметрами в зависимости от его типа: для верхнего бетонного слоя (жесткое покрытие) — показателем S_k , а для асфальтобетонного (нежесткие и смешанные покрытия) — показателем P_0 . Показатель состояния поверхности бетонного покрытия зависит от величины показателя индекса качества (по методу сигнальной оценки), определяемого по формуле:

$$S_k = S_0 - \sum_1^i D_i S_i, \quad (1)$$

где S_0 — максимальная оценка состояния покрытия по пятибалльной шкале, $S_0 = 5$; S_i — коэффициент весомости i -го повреждения; D_i — количество плит, имеющих повреждения i -го вида (N_i) в процентах от общего количества плит на покрытии ($N_{\text{общ}}$) и определяемое по формуле:

$$D_i = N_i / N_{\text{общ}}. \quad (2)$$

Если на бетонной плите обнаружены дефекты различных типов, то необходимо выделить дефекты, имеющие максимальный вес, с приведением

к одной из трех групп: трещины, сколы, шелушение поверхности. Формула для определения индекса имеет следующий вид:

$$S_k = 5 - 100 \left(\frac{N_{\text{тр}}}{N_{\text{общ}}} S_{\text{тр}} + \frac{N_{\text{ск}}}{N_{\text{общ}}} S_{\text{ск}} + \frac{N_{\text{ш}}}{N_{\text{общ}}} S_{\text{ш}} \right), \quad (3)$$

где $N_{\text{тр}}$, $N_{\text{ск}}$, $N_{\text{ш}}$ — число плит, соответственно, с трещинами, сколами и шелушением поверхности, шт.; $N_{\text{общ}}$ — общее количество плит, подлежащих оценке, шт.; $S_{\text{тр}}$, $S_{\text{ск}}$, $S_{\text{ш}}$ — коэффициенты весомости дефекта.

Если на одной и той же плите выявлены два или все три типа дефектов, то в части показателей $N_{\text{тр}}$, $N_{\text{ск}}$, $N_{\text{ш}}$ ее рассматривают как плиту, на которой выявлена наиболее весомая группа дефектов. Например, если на плите имеются сколы и трещины, то ее учитывают в показателе $N_{\text{ск}}$.

Для асфальтобетонного покрытия показатель индекса качества покрытия P_0 определяется по формуле:

$$P_0 = \sum P_i, \quad (4)$$

где P_i — показатель состояния поверхности покрытия по всем видам дефектов, устанавливаемый по табл. Г.1 СП 491.1325800.2020 в зависимости от степени дефектности, которая для каждого вида дефектов оценивается в зависимости от их объема по классификации, приведенной в табл. Г.2.

Информация о методе представления данных о несущей способности искусственных покрытий ACN-PCN приведена в руководствах Международной организации гражданской авиации (ИКАО) [8, 9]. К основным элементам метода помимо типа покрытия относят четыре категории прочности грунтового основания (высокая, средняя, низкая и очень низкая), максимально допустимое давление в пневматике (высокое — давление не ограничено, среднее — давление не более 1,50 МПа, низкое — давление не более 1,00 МПа, очень низкое — давление не более 0,50 МПа), а также используемый метод оценки покрытия.

К преимуществам метода относят небольшую стоимость, незначительное влияние на работу аэропортов и возможность специалисту, осуществляющему оценку, получить информацию, на основе которой будет принято соответствующее решение. Данные могут быть также использованы для сравнения отдельных участков покрытия, для определения участков, на которых могут быть обнаружены преждевременные повреждения и которые могут служить основанием для проведения дополнительного исследования.

Федеральными авиационными правилами [10] несущая способность искусственных покрытий аэродромов определяется по методу «классификационное число воздушного судна (aircraft classification number) – классификационное число покрытия (pavement classification number)» (ACN – PCN). Информация представляется с помощью кодов (рис. 8). Если условие, при котором классификационное число покрытия PCN больше ACN не выполняется, то необходимо ограничить интенсивность движения воздушных судов

или ввести ограничение по массе. В противном случае покрытие можно эксплуатировать без установления ограничений.

Тип покрытия для определения ACN-PCN	<ul style="list-style-type: none"> •Код R - жесткие и смешанные типы покрытия. •Код F - нежесткие типы покрытия.
Категория прочности основания	<ul style="list-style-type: none"> •Код А - высокая прочность. •Код В - средняя прочность. •Код С - низкая прочность. •Код D - очень низкая прочность.
Категория максимально допустимого давления в пневматике	<ul style="list-style-type: none"> •Код W - высокое - давление не ограничено. •Код X - среднее - давление не более 1,50 МПа. •Код Y - низкое - давление не более 1,00 МПа. •Код Z - очень низкое - давление не более 0,50 МПа.
Методы оценки	<ul style="list-style-type: none"> •Код Т - техническая оценка. •Код U - опыт эксплуатации: покрытие удовлетворительно выдерживает ВС

Рис. 8. Коды представления данных

В отдельных случаях для жестких аэродромных покрытий ограничения интенсивности полетов воздушных судов с нагрузкой, превышающей расчетную, могут назначаться с использованием графической логарифмической зависимости допустимого среднегодового количества самолетов-вылетов от соотношения PCN / ACN с учетом среднегодовой интенсивности полетов других, эксплуатируемых на аэродроме, типов ВС.

В отдельных случаях проводится оценка допустимых условий эксплуатации воздушного судна (в части его интенсивности движения и массы) методом прямого расчета его воздействия на покрытие в соответствии с законодательством Российской Федерации и с учетом приведенной интенсивности движения всего состава ВС в аэропорту (прил. 6, ФАП [10]).

Библиографический список

1. Поздняков А. В., Каргапольцев А. А., Губарев С. А. Тактика Военно-воздушных сил : учебное пособие. М., 2015.
2. Карта аэродромов и приаэродромных территорий // Министерство обороны РФ. URL: <https://mil.ru/airfields.htm> (дата обращения: 14.05.2022).
3. Шойгу объявил о реконструкции более 100 военных аэродромов // Сетевое издание «РБК». URL: <https://www.rbc.ru/politics/26/04/2019/5cc2ce4b9a7947bf00a47b63> (дата обращения: 14.05.2022).
4. Перечень поручений по вопросу модернизации аэродрома совместного базирования Левашово // Администрация Президента РФ. URL: <http://www.kremlin.ru/acts/assignments/orders/61319> (дата обращения: 14.05.2022).

5. World Air Forces 2022: военный авиапарк России и мира // Новый оборонный заказ. Стратегии. URL: <https://dfnc.ru/c106-technika/world-air-forces-2022-voennyj-aviapark-rossii-i-mira/> (дата обращения: 14.05.2022).

6. Авиация // Министерство обороны РФ. URL: <https://structure.mil.ru/structure/forces/air/structure/aircraft.htm> (дата обращения: 14.05.2022).

7. Авиации // Интернет-портал Минобороны России. URL: <https://structure.mil.ru/structure/forces/air/weapons/aviation.htm> (дата обращения: 05.12.2022).

8. Приложение 14 к Конвенции о международной гражданской авиации «Аэродромы». Т. I. Проектирование и эксплуатация аэродромов.

9. Руководство по проектированию аэродромов. Дос. 9157-AN/90I. Ч. 3. 2-е изд. / Международная организация гражданской авиации. 1983.

10. Об утверждении Федеральных авиационных правил «Требования, предъявляемые к аэродромам, предназначенным для взлета, посадки, руления и стоянки гражданских воздушных судов» : Приказ Министерства транспорта РФ от 25 августа 2015 г. № 262.

В. Н. Кузнецов

*Волгоградский государственный технический университет,
Волгоград, Российская Федерация*

РЕЖИМЫ ДВИЖЕНИЯ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ В ПРЕДЕЛАХ НАСЕЛЕННЫХ ПУНКТОВ СЕЛЬСКОГО ТИПА

С внедрением видеонаблюдения за режимом движения на автомобильных дорогах изменился скоростной режим движения транспортных средств. Рассмотрены вопросы режима движения в пределах населенных пунктов сельского типа, определены зоны влияния населенных пунктов на скорость автомобилей, уточнен коэффициент аварийности K_{15} .

Ключевые слова: режим движения, зона влияния, скорость движения, интенсивность движения, коэффициент аварийности.

С изменением технических характеристик транспортных средств и состава потоков автомобилей на дорогах Российской Федерации за последние 30 лет, возникла необходимость пересмотра параметров влияния населенных пунктов сельского типа на режим движения транспорта в пределах населенных пунктов. Изучение режимов движения автомобилей в зоне влияния населенного пункта сельского типа необходимо для уточнения закономерности изменения скорости движения на подходах и на выходе из населенных пунктов и определения расстояния, на котором автомобили изменяют режим своего движения.

С развитием технических средств обеспечения безопасности движения и предупреждения аварийности на дорогах, а также с установкой камер наблюдений за режимом движения нарушения скоростного режима резко сократились. Все больше водителей стараются соблюдать скоростной режим из-за штрафов, приходящих по почте.

Перед населенным пунктом сельского типа устанавливаются знаки в начале 5.25 «Начало населенного пункта» — «белое на синем» и в конце 5.26 «Конец населенного пункта», которые свидетельствуют о том, что водитель въезжает в «НЕНАСТОЯЩИЙ» населенный пункт и по Правилам продолжает движение по дороге ВНЕ населенного пункта. Следовательно, и скоростной режим здесь должен быть соответствующим: например, для автомобилей категории «В» (что до знака, что после него) скорость ограничена 90 км/ч.

Синий знак лишь сообщает автомобилисту, что впереди населенный пункт, и предупреждает об опасностях, которые могут ждать его впереди. Но скоростных ограничений, как в городе, на этих территориях нет — можете ехать со скоростью 90 км/ч, а в разрешенных местах и все 110.

При установке камер наблюдений за режимом движения в пределах населенных пунктов, водители стараются соблюдать скоростной режим и при

приближении к знаку ограничения скорости движения, снижают скорость при въезде в населенный пункт. В данном случае зона влияния населенного пункта ограничивается расстоянием установки знака ограничения скорости до застройки.

Другое дело, если рядом со знаком 5.25 не стоит знак ограничения скорости. В данном случае при въезде в населенный пункт и при выезде из него скорость автомобилей изменяется постепенно на каком-то определенном участке.

Для оценки зоны влияния населенного пункта на режим движения за основу, при исследовании и обработке данных замеров, брались средние скорости движения автомобилей с 85 % обеспеченностью. Исследования проводились на дорогах III—IV технической категории с двухполосной проезжей частью и интенсивностью движения от 100 до 500 авт./ч.

При въезде в населенный пункт автомобили снижают скорость движения в зависимости от условий движения. Участок автомобильной дороги перед населенным пунктом, на котором происходит изменение скорости движения, является зоной влияния населенных пунктов. При свободном режиме движения автомобилей, изменение скорости в зоне влияния зависит от протяженности населенного пункта и близости застройки к проезжей части. Чем протяженнее населенный пункт, тем ниже скорость движения на входе и выходе из населенного пункта.

При выходе из населенного пункта автомобили повышают скорость движения и через какой-то промежуток времени восстанавливают режим движения для перегонных участков дорог. Таким образом, изменения скорости движения от режима движения перегонного участка дороги до режима в населенном пункте на входе в населенный пункт и с режима населенного пункта до режима перегонного участка на выходе из населенного пункта одинаковы.

При протяженности населенного пункта более 2,0 км, скорость движения автомобилей на входе и выходе из населенного пункта не изменяется. Зависимость скорости движения автомобилей на подходе к населенным пунктам и на выходе из них от интенсивности движения определяется выражением:

$$V = V_c - 0,028 N,$$

где V — средняя скорость автомобилей на входе и выходе из населенного пункта, км/ч; V_c — средняя скорость движения автомобилей на входе и выходе из населенного пункта при свободном режиме движения, км/ч; 0,28 — коэффициент, характеризующий изменение скорости движения автомобилей на единицу интенсивности движения; N — часовая интенсивность движения, авт./ч.

Для более полной оценки изменения скорости движения в зоне влияния населенного пункта, необходимо установить протяженность зоны влияния населенного пункта как на входе, так и на выходе из населенного пункта.

Исследования зон влияния населенных пунктов сельского типа показали, что водители, при въезде в населенный пункт, не могут предварительно

оценить условия движения в нем, поэтому начинают снижать скорость не доезжая до начала застройки населенного пункта. При выходе из населенного пункта водители стараются как можно быстрее выехать на перегонный участок дороги, поэтому увеличение скорости движения начинают не достигая конца границы застройки. В связи с этим зона влияния населенного пункта на выходе из него в 1,5—2 раза короче зоны влияния на входе.

Зона влияния населенного пункта зависит не только от протяженности населенного пункта и удаления застройки от кромки проезжей части, но и от интенсивности движения. При свободном режиме движения и протяженности населенного пункта более 3,0 км, зона влияния на входе в населенный пункт доходит до 0,2 км, на выходе из населенного пункта составляет в среднем 0,85 км. При интенсивности движения 350 авт./сут и более зона влияния на входе уменьшается, а на выходе увеличивается.

Данные проведенных наблюдений дают возможность уточнить частный коэффициент аварийности K_{15} в методе оценки безопасности движения по коэффициентам аварийности ВСН 25—86 (табл.).

*Коэффициент аварийности,
зависящий от длины подходов к населенным пунктам сельского типа*

Длина участков на подходах к населенным пунктам, м	0...100	100...150	150...200
K_{15}	1,9	1,6	1,1

Библиографический список

1. Дороги автомобильные с низкой интенсивностью движения. Проектирование, конструирование и расчет : ГОСТ Р 58818—2020. М., 2020.
2. Рекомендации по обеспечению безопасности движения на автомобильных дорогах (РОСАВТОДОР) : Распоряжение Минтранса Российской Федерации от 24.06.2002 № ОС-557-р.
3. Указания по организации и обеспечению безопасности движения на автомобильных дорогах : ВСН 25—86 (актуал. 2022 г.).
4. Амаханов Р. В. Повышение безопасности дорожного движения на участках автомобильных дорог, проходящих через населенные пункты сельского типа : автореф. дисс. ... канд. тех. наук. М., 2005.
5. Какие скоростные ограничения установлены по Правилам на участках дорог и знаками? URL: [AutoTonkosti.ru>...kakie...ustanovleny-po-pravilam-na-...journal.tinkoff.ru>need-for-speed/](https://autotonkosti.ru/kakie-ustanovleny-po-pravilam-na-...journal.tinkoff.ru/need-for-speed/) (дата обращения: 28.12.2022).

Л. М. Лескина

*Российский дорожный научно-исследовательский институт,
Москва, Российская Федерация*

ОБЩИЕ ВОПРОСЫ РАЗМЕЩЕНИЯ АВТОМАТИЧЕСКИХ ПУНКТОВ ВЕСОГАБАРИТНОГО КОНТРОЛЯ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ НА АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГАХ

Рассмотрены общие вопросы в части размещения автоматических пунктов весогабаритного контроля транспортных средств на автомобильных дорогах, приведен анализ проблем, возникающих при эксплуатации автоматических пунктов весогабаритного контроля.

Ключевые слова: автомобильная дорога, автоматический пункт весогабаритного контроля транспортных средств, весовой и габаритный контроль, тяжеловесные и крупногабаритные транспортные средства.

Наибольший вред дорожному покрытию, а также конструкции автомобильной дороги и искусственным сооружениям на ней причиняют тяжеловесные и крупногабаритные транспортные средства (ТС), осуществляющие движение в нарушение правил перевозки грузов и ограничений, установленных региональными властями субъектов РФ. Помимо трещин и выбоин на поверхности полотна образуется колея, которая впоследствии составляет большую часть площади. Чем глубже колея, тем хуже условия движения для быстро движущихся автомобилей, что приводит к быстрой утомляемости водителей, снижению скорости движения и, как следствие, увеличению количества дорожно-транспортных происшествий.

В целях сохранения транспортно-эксплуатационных параметров автомобильных дорог общего пользования федерального значения, а также возмещения вреда, причиняемого им транспортными средствами, введена в эксплуатацию автоматизированная система взимания платы СВП «Платон». Однако желание перевозчиков сократить расходы после введения платы за проезд привело к росту нарушений в сфере грузоперевозок ТС, значительно перераспределив грузовые потоки на региональные и муниципальные дороги.

Размещение на автомобильных дорогах субъектов РФ автоматических пунктов весогабаритного контроля транспортных средств (АПВГК) направлено на реализацию мер соблюдения владельцами ТС правил перевозки грузов, а также требований к организации движения тяжеловесных и крупногабаритных транспортных средств путем их выявления, идентификации и классификации, а также определения скатности колес, количества осей, межосевых расстояний, весовых и габаритных параметров.

Цель АПВГК — это сокращение вреда, наносимого дорожному покрытию, искусственным сооружениям и дорожной инфраструктуре, транспортными средствами, осуществляющими движение с превышением допустимых

значений весовых и габаритных параметров, путем выявления и привлечения нарушителей к административной ответственности в соответствии с законодательством Российской Федерации.

Автоматическим пунктом весового и габаритного контроля является расположенный на участке автомобильной дороги комплекс оборудования, обеспечивающий измерение весовых и габаритных параметров транспортного средства в автоматическом режиме (рис.). В состав этого комплекса входят работающие в автоматическом режиме специальные технические средства, имеющие функции фото- и видеосъемки, а также видеозаписи. Зоной АПВГК является участок автомобильной дороги, который обозначен техническими средствами организации дорожного движения и в границах которого устанавливается автоматический пункт весового и габаритного контроля транспортных средств.



Автоматический пункт весогабаритного контроля транспортных средств, размещенный на автомобильной дороге Волгоград — Котельниково — Зимовники — Сальск в Волгоградской области

АПВГК является технически сложным оборудованием, непрерывно работающим в тяжелых условиях эксплуатации (большие перепады температур, атмосферные осадки, циклические и динамические механические воздействия, влияние дорожного полотна и т. д.). Обязательно один раз в год производится государственная метрологическая поверка с целью проверки метрологических характеристик АПВГК.

Оборудование АПВГК устанавливается на автомобильных дорогах на расстоянии не менее 100 м перед и не менее 50 м после участков ускорения или замедления движения (регулируемых или нерегулируемых перекрестков, специально отведенных мест для отдыха, остановок общественного транспорта, объектов сервиса, сужения или расширения дороги, примыкания полос торможения или разгона, железнодорожных переездов и иных мест), за исключением незаконных примыканий.

Выбор местоположения АПВГК осуществляется на основе анализа транспортных потоков субъекта РФ и определения ключевых точек дорожной сети региона. Сеть АПВГК должна полностью контролировать основные грузопотоки на территории субъекта, при этом должна быть исключена возможность объезда АПВГК по альтернативным маршрутам.

Участки автомобильной дороги протяженностью 100 м до места установки и 50 м после места установки оборудования автоматического измерения весогабаритных параметров должны отвечать следующим требованиям:

- 1) продольный уклон не более 10 промилле (постоянный);
- 2) поперечный уклон не более 30 промилле;
- 3) прямые с допустимым радиусом кривизны в плане не менее 1000 м;
- 4) поперечная и продольная ровность проезжей части не должна превышать нормативных показателей и должна обеспечивать возможность измерений согласно метрологическим характеристикам средств измерений.

В месте установки измерительного оборудования АПВГК должны быть выполнены мероприятия, соответствующие требованиям, приведенным в описании типа средства измерений, а также предприняты следующие организационно-технические меры по предотвращению уклонения от весогабаритного контроля:

- 1) установка оборудования измерения нагрузок на оси транспортных средств на всю ширину проезжей части с захватом краевой полосы у обочины и разделительной полосы (не менее 0,25 м от краевой разметки);
- 2) нанесение на проезжую часть разметки типа «1.1», «1.3», требования которой должны быть продублированы дорожными знаками, а также установка дорожных ограждений;
- 3) установка технических средств организации дорожного движения.

После АПВГК по пути следования транспортных средств устанавливается оборудование, обеспечивающее визуальное информирование водителя о превышении допустимых весогабаритных параметров транспортного средства с отображением государственного регистрационного знака транспортного средства и информации о факте превышения транспортным средством допустимых весогабаритных параметров.

Согласно проведенному анализу информации, основными проблемами внедрения и эксплуатации АПВГК, размещенных на автомобильных дорогах, являются:

- 1) выход из строя по техническим причинам весоизмерительного оборудования;
- 2) отсутствие подтверждения соответствия мест размещения АПВГК;
- 3) несоответствие прочим требованиям нормативно-правовых документов (например, отсутствие табло переменной информации, необходимость устранения дефектов покрытия автомобильной дороги, в большинстве случаев — превышение предельно допустимой величины колеиности в зоне установки датчиков);
- 4) отсутствие свидетельства о поверке средства измерений.

Возможными методами сохранения паспортных характеристик АПВГК в течение предусмотренного срока эксплуатации, а также способами и технологиями поддержания их работоспособности являются:

1) усиление (проектирование) дорожной одежды путем проведения капитального ремонта в зоне размещения автоматических пунктов весогабаритного контроля;

2) проведение мероприятий по мониторингу функционирования автоматических пунктов весового и габаритного контроля транспортных средств и использования его результатов.

Библиографический список

1. Об утверждении Порядка осуществления весового и габаритного контроля транспортных средств : Приказ Министерства транспорта РФ от 31.08.2020 № 348.

2. Методика контроля работоспособности и мониторинга метрологических характеристик комплексов автоматизированного весогабаритного контроля : ОДМ 218.5.014—2019.

О. В. Матвиенко^{1, 2}, Н. С. Фирсанова²

¹ *Томский государственный архитектурно-строительный университет,
г. Томск, Российская Федерация*

² *Томский государственный университет,
г. Томск, Российская Федерация*

ИССЛЕДОВАНИЕ УСТАНОВИВШЕГОСЯ ТЕЧЕНИЯ ПРЕДЕЛЬНО ДИЛАТАНТНОЙ СГУЩАЮЩЕЙСЯ ПРИ СДВИГЕ ЖИДКОСТИ В ЦИЛИНДРИЧЕСКОЙ ТРУБЕ

Проведено исследование установившегося течения предельно дилатантной сгущающейся при сдвиге жидкости в цилиндрической трубе, определена зависимость расхода жидкости от перепада давления, получены зависимости для радиального распределения скорости и эффективной вязкости течения. Установлено, что при малых перепадах давления неньютоновские свойства среды можно не учитывать и с точностью, достаточной для инженерных расчетов, рассматривать течение ньютоновской жидкости с вязкостью, равной вязкости при нулевой скорости сдвига. При больших значениях перепада давления происходит сгущение и уплотнение среды. В результате этого происходит значительный рост эффективной вязкости, зависимость расхода жидкости от перепада давления становится нелинейной. Зависимость коэффициента гидравлического сопротивления от перепада давления является немонотонной и характеризуется наличием минимума.

Ключевые слова: реология, вязкость, неньютоновские жидкости, сгущающиеся среды, дилатантность, гидравлическое сопротивление.

Суспензии и эмульсии можно отнести к материалам, роль которых в промышленном производстве очень велика. Их вязкость зависит от соотношения фаз, степени дисперсности, скорости течения и может сильно изменяться в технологическом процессе [1—3]. Реологические свойства таких систем определяют их технологические характеристики. Поэтому вопросам реологии уделено значительное внимание многих исследователей [4—8].

Для описания деформационного поведения различных структурированных дисперсных сред существует множество реологических моделей, передающих в определенном диапазоне напряжений сдвига отдельные особенности реального течения [9—17].

Моделирование гидродинамики течения пленки неньютоновской суспензии в цилиндрическом прямоточном гидроциклоне и расчет извлечения частиц твердой фазы при разделении неньютоновских суспензий с привлечением полных уравнений реодинамики выполнено в работах [18—20]. Для описания реологических свойств суспензии использовано степенное реологическое уравнение Оствальда — де Вейля.

В статьях [21—23] исследован процесс заполнения канала реологически сложной жидкостью со свободной поверхностью. Получены кинематические

и динамические характеристики рассматриваемых течений в зависимости от определяющих параметров процесса и реологических свойств.

Математическому моделированию течений неньютоновских сред при наличии закрутки потока на входе в канал посвящены работы [24—30]. В этих статьях приведены результаты исследований влияния закрутки потока на структуру течения и формирование рециркуляционных зон для потоков жидкостей различной реологии.

В статьях [31, 32] исследована устойчивость жесткого состояния наклонного слоя нелинейно-вязкой жидкости Уильямсона. Модель Уильямсона [32] может применяться для описания движения псевдопластических жидкостей, близких по своим свойствам к структурированным средам. Однако, в отличие от моделей структурированных сред, в реологическом уравнении Уильямсона нет предельного напряжения сдвига.

Цикл теоретических исследований процессов течения и модифицирования битумов в технологических устройствах проведен в работах [33—41]. В работах [33—36] приведены результаты исследования процессов модифицирования битумов в кавитационно-смесительном диспергаторе и инжекторном смесителе. В работе [37] построена модель движения пузырька в закрученном потоке неньютоновской жидкости, что дает возможность оптимизировать процесс вспенивания битума, улучшая его свойства.

В работе [38] разработана физико-математическая модель и выполнен расчет распада струи битума в закрученном потоке водной фазы. Показано, что рост закрутки потока приводит к интенсификации турбулентности в потоке и, следовательно, способствует более быстрому распаду струи. В работе [39] проведено численное исследование перехода к турбулентному режиму течения внутренних закрученных потоков битумных вяжущих. Исследованию смешения коаксиальных закрученных потоков для приготовления битумных дисперсных систем посвящены работы [40, 41].

Жидкости, сгущающиеся при воздействии касательных напряжений, представляют собой материал, вязкость которого резко увеличивается, когда скорость сдвига становится выше критического значения. Эти неньютоновские жидкости называются дилатантными жидкостями. При низких скоростях сдвига жидкости имеют низкую вязкость, действуют как смазка и легко текут. Однако при более высоких скоростях сдвига гидродинамические силы, действующие на частицы, преодолевают силы отталкивания. Это приводит к формированию гидрокластеров. Жидкость не может заполнить промежутки, создавшиеся между частицами, и трение сопротивления значительно увеличивается, вызывая увеличение вязкости [42].

Предельно дилатантные жидкости характеризуются резким увеличением вязкости при достижении критической скорости сдвига. В этом случае происходит агрегация гидрокластеров и формирование жесткой структуры. При уменьшении скорости сдвига гидрокластеры распадаются, так что кажущееся твердым вещество превращается в жидкость.

Механизм образования и распада гидрокластеров был экспериментально обнаружен в экспериментах [43] и подтвержден при компьютерном моделировании [44].

В цикле работ В. Н. Колодежного [45—47] предложена реологическая модель среды с «отвердеванием». Особенность реологического поведения такой среды заключается в следующем. Кривая течения, построенная в координатах «скорость сдвига — касательное напряжение», при приближении скорости сдвига к некоторому критическому (но конечному) значению демонстрирует резкое возрастание своей кривизны. Дилатантное поведение жидкости усиливается настолько, что наиболее деформируемые области течения (где скорость сдвига непосредственно приближается к своему критическому значению) начинают вести себя подобно твердому телу.

Целью настоящей работы является исследование установившегося течения в цилиндрической трубе круглого сечения радиуса R предельно дилатантной сгущающейся при сдвиге жидкости.

Для построения моделей жидких сред нужно установить связь между девиаторами тензора скоростей деформации и тензора напряжений [1, 3]. В тензорно линейных моделях такая связь задается соотношением

$$\tau_{ij} = 2\mu_{\text{eff}} \dot{\epsilon}_{ij}^D. \quad (1)$$

В качестве вторых инвариантов тензоров $\dot{\epsilon}$ и τ удобно ввести [4]:

$$U = \sqrt{2\dot{\epsilon}_{ij}^D \dot{\epsilon}_{ji}^D}, \quad T = \sqrt{\tau_{ij} \tau_{ij} / 2}, \quad (2)$$

где $\dot{\epsilon}_{ij}^D = \dot{\epsilon}_{ij} - \frac{1}{3} \dot{\epsilon}_{kk}$ — компоненты девиатора тензора скоростей деформации.

Из соотношения (1) вытекает следующее соотношение между инвариантами:

$$T = \mu_{\text{eff}} U, \quad (3)$$

где μ_{eff} — коэффициент эффективной динамической вязкости.

Если связь (3) установлена, то, подставляя ее в уравнения движения и присоединяя уравнение неразрывности, а также, формулируя необходимые начальные и граничные условия, получим замкнутую систему для определения поля течения.

Реологический закон предельно дилатантной сгущающейся при сдвиге среды для установившегося течения в канале можно записать в виде:

$$\tau_{rx} = \frac{\sigma_Y}{U_* - U} \frac{du}{dr} = -\frac{\sigma_Y}{U_* - U} U, \quad U = \left| \frac{du}{dr} \right|. \quad (4)$$

В случае стабилизированного осесимметричного течения уравнение динамики вязкой жидкости приобретает вид:

$$\frac{1}{r} \frac{d\tau_{rx} r}{dr} = - \left| \frac{dp}{dx} \right|. \quad (5)$$

Интегрирование уравнения (1) позволяет определить зависимость сдвигового напряжения от радиальной координаты:

$$\tau_{rx} = -\frac{1}{2} \left| \frac{dp}{dx} \right| r. \quad (6)$$

С учетом реологического соотношения (3) определим интенсивность скоростей сдвиговых деформаций:

$$U = \frac{\frac{1}{2} \left| \frac{dp}{dx} \right| r U_*}{\left(\sigma_Y + \frac{1}{2} \left| \frac{dp}{dx} \right| r \right)} = \frac{U_* r}{r_Y + r}, \quad (7)$$

где $r_Y = \frac{2\sigma_Y}{\left| dp/dx \right|}$ — параметр модели.

С учетом соотношения (4) уравнение (7) может быть записано в виде:

$$\frac{du}{dr} = -\frac{U_* r}{r_Y + r}. \quad (8)$$

Выпишем необходимые граничные условия. На оси течения должны выполняться условия симметрии, а на стенке трубы — условия прилипания. В результате граничные условия имеют вид:

$$r = 0: \frac{du}{dr} = 0; \quad r = R: u = 0. \quad (9)$$

Интегрирование уравнения (8) позволяет определить радиальное распределение осевой скорости в канале:

$$u = -U_* \left[r - R - r_Y \ln \left(\frac{r_Y + r}{r_Y + R} \right) \right]. \quad (10)$$

Максимальная скорость жидкости достигается на оси потока

$$u_{\max} = U_* r_Y \left[\frac{R}{r_Y} - \ln \left(1 + \frac{R}{r_Y} \right) \right]. \quad (11)$$

Расход жидкости через поперечное сечение трубы вычисляется по формуле

$$Q = 2\pi \int_0^R u r dr = 2\pi U_* \left[\frac{R^3}{6} - \frac{r_Y^3}{2} \ln \left(\frac{R + r_Y}{r_Y} \right) - \frac{1}{4} r_Y (R^2 - 2Rr_Y) \right], \quad (12)$$

а среднерасходная скорость определяется как

$$\bar{u} = \frac{Q}{\pi R^2} = 2U_* \left[\frac{R}{6} - \frac{r_Y^3}{2R^2} \ln \left(\frac{R + r_Y}{r_Y} \right) - \frac{1}{4} r_Y \left(1 - 2\frac{r_Y}{R} \right) \right]. \quad (13)$$

Вязкие свойства потока можно характеризовать двумя величинами эффективной вязкостью μ_{eff} , определяющей локальные свойства течения и среднерасходной вязкостью $\bar{\mu}$, определяющей интегральные свойства потока.

Эффективная вязкость сгущающейся жидкости μ_{eff} для гидродинамически стабилизированного течения в цилиндрической трубе может быть рассчитана с помощью реологического соотношения

$$\mu_{\text{eff}} = \frac{\sigma_Y}{U_* - U}. \quad (14)$$

Для определения распределения эффективной по радиусу трубы воспользуемся соотношением (7). В результате получим

$$\mu_{\text{eff}} = \frac{\sigma_Y (r_Y + r)}{U_* r_Y} = \frac{\sigma_Y}{U_*} \left(1 + \frac{r}{r_Y} \right). \quad (15)$$

Определим среднерасходную вязкость неньютоновской жидкости $\bar{\mu}$, как вязкость ньютоновской жидкости, движущейся со среднерасходной скоростью \bar{u} в трубе радиусом R под действием перепада давления $\left| \frac{dp}{dx} \right|$. Введение среднерасходной вязкости позволяет при проведении гидравлических расчетов вместо неньютоновской среды рассматривать ньютоновскую жидкость с вязкостью $\bar{\mu}$. Таким образом, среднерасходная вязкость потока $\bar{\mu}$ будет равна

$$\bar{\mu} = \frac{1}{8} \frac{\sigma_Y R}{U_* r_Y} \left[\frac{1}{6} - \frac{1}{2} \left(\frac{r_Y}{R} \right)^3 \ln \left(1 + \frac{R_Y}{r_Y} \right) - \frac{1}{4} \frac{r_Y}{R} \left(1 - 2 \frac{r_Y}{R} \right) \right]^{-1}. \quad (16)$$

В технических расчетах принято связывать перепад давления со среднерасходной скоростью течения с использованием коэффициента гидравлического сопротивления ζ , который характеризует безразмерное падение давления на единицу длины канала. Таким образом, перепад давления пропорционален динамическому напору и определяется зависимостью Дарси — Вейсбаха:

$$\left| \frac{dp}{dx} \right| = \zeta \frac{\rho \bar{u}^2}{4R}. \quad (17)$$

Подставляя в равенство (17) значения среднерасходной скорости из формулы (13), получим выражения для коэффициента гидравлического сопротивления:

$$\zeta = 2 \frac{\sigma_Y}{\rho U_*^2 r_Y R} \left[\frac{1}{6} - \frac{r_Y^3}{2R^3} \ln \left(\frac{R + r_Y}{r_Y} \right) - \frac{1}{4} \frac{r_Y}{R} \left(1 - 2 \frac{r_Y}{R} \right) \right]^{-2}. \quad (18)$$

Перейдем к анализу полученных результатов. При математическом моделировании диапазон изменения параметров был выбран следующим: напряжение структурирования — $\sigma_Y = 1 \dots 40$ Па; предельная скорость сдвига — $U_* = 5 \dots 80$ с⁻¹, перепад давления — $|dp/dx| = 100 \dots 2000$ Па/м. Радиус канала составлял $R = 0,1$ м.

Проанализируем влияние реологических параметров U_* и σ_Y , а также перепада давления $|dp/dx|$ на структуру течения сгущающейся жидкости.

Радиальное распределение скорости потока, рассчитанное для различных значений перепада давления и реологических параметров, представлено на рис. 1—3. На рисунке 1 показано радиальное распределение скорости, рассчитанное для различных значений предельной скорости сдвига U_* . Как видно из рис. 1, зависимость $u(r)$ является монотонно убывающей: скорость потока уменьшается от оси к стенке трубы. Скорость течения на оси трубы достигает максимального значения, а на стенках трубы вследствие прилипания равна нулю. В пристеночной области ($10r_Y < r$) распределение скорости близко к линейному, что является характерным для течения дилатантных сред. Нелинейные эффекты проявляются в периферийной и приосевой части потока. С увеличением значений U_* происходит уменьшение эффективной вязкости потока. При этом течение становится возможным при более высоких скоростях деформации. В результате среда становится более подвижной. Значения скорости увеличиваются по всему сечению трубы. Влияние характерного напряжения среды σ_Y на структуру течения иллюстрируется на рис. 2. Увеличение эффективной вязкости, вызванное увеличением σ_Y , приводит к уменьшению скорости потока по всему сечению трубы. С ростом перепада давления увеличивается энергия, сообщаемая потоку. В результате этого скорость потока возрастает (рис. 3).

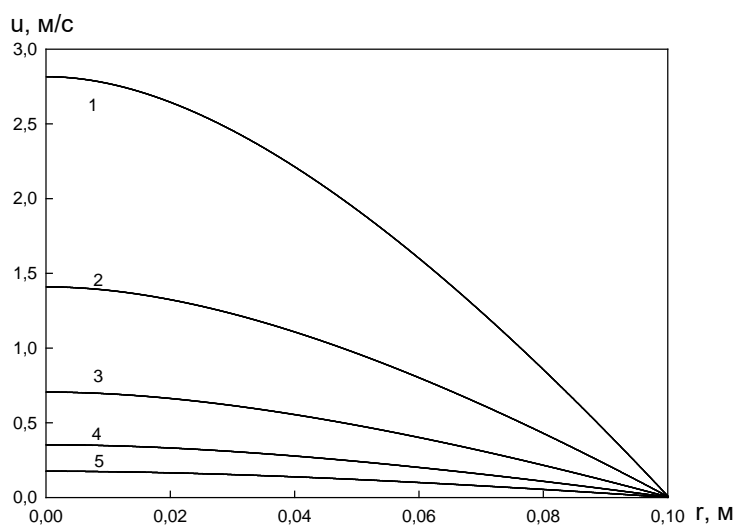


Рис. 1. Радиальное распределение скорости: $|dp/dx| = 250$, $\sigma_Y = 10$ Па:
 1 — $U_* = 80$ с⁻¹; 2 — $U_* = 40$ с⁻¹; 3 — $U_* = 20$ с⁻¹; 4 — $U_* = 10$ с⁻¹; 5 — $U_* = 5$ с⁻¹

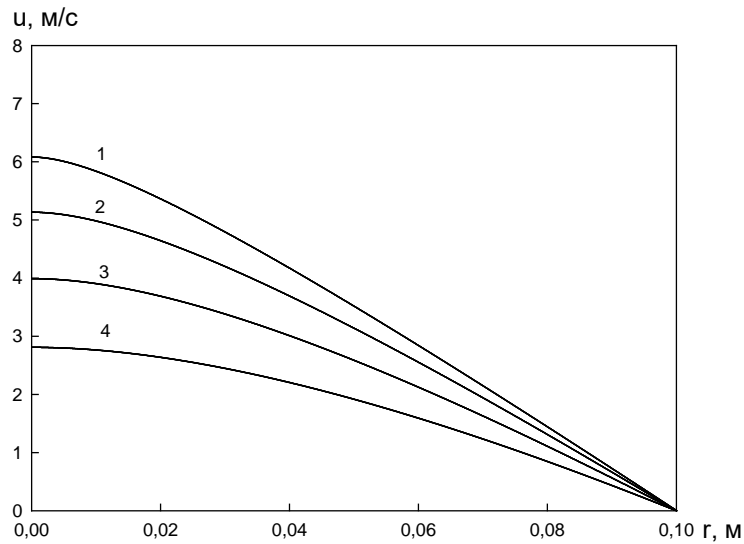


Рис. 2. Радиальное распределение скорости: $|dp/dx| = 250$, $U_* = 80 \text{ c}^{-1}$:
 1 — $\sigma_\gamma = 1,25 \text{ Па}$; 2 — $\sigma_\gamma = 2,5 \text{ Па}$; 3 — $\sigma_\gamma = 5 \text{ Па}$; 4 — $\sigma_\gamma = 10 \text{ Па}$

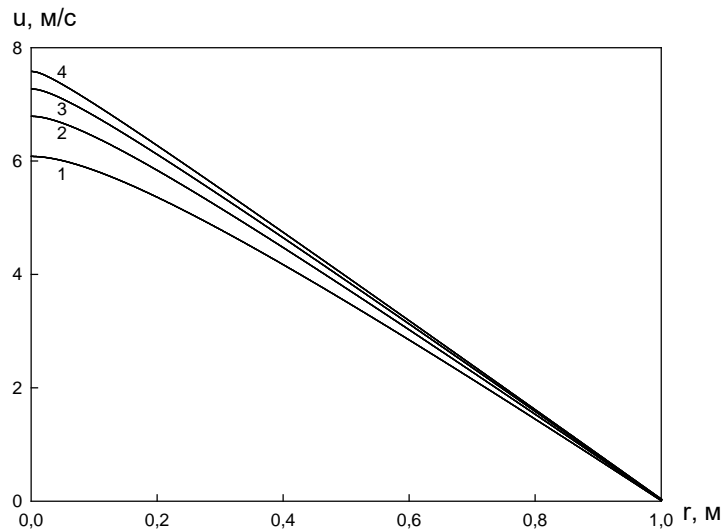


Рис. 3. Радиальное распределение скорости: $\sigma_\gamma = 1,25 \text{ Па}$, $U_* = 80 \text{ c}^{-1}$:
 1 — $|dp/dx| = 250 \text{ Па/м}$; 2 — $|dp/dx| = 500 \text{ Па/м}$; 3 — $|dp/dx| = 1000 \text{ Па/м}$; 4 — $|dp/dx| = 2000 \text{ Па/м}$

Перейдем к анализу расходных характеристик. Для характеристики объемного расхода жидкости через поперечное сечение трубы удобно использовать среднерасходную скорость течения. Величина среднерасходной скорости пропорциональна предельной скорости сдвиговых деформаций, а также зависит от напряжения структурирования σ_γ и радиуса канала R . На рисунке 4 показана зависимость среднерасходной скорости от перепада давления $|dp/dx|$. С увеличением перепада давления увеличивается энергия, сообщаемая потоку, что приводит к увеличению скорости течения. При малых значениях $|dp/dx|$ зависимость среднерасходной скорости от перепада давления сгущающейся жидкости $\bar{u} = \bar{u}(|dp/dx|)$ близка к линейной. При малых

перепадах давления среднерасходная скорость сгущающейся жидкости близка по величине среднерасходной скорости ньютоновской жидкости с вязкостью равной эффективной вязкости среды при нулевой скорости сдвига

$\mu_0 = \frac{\sigma_Y}{U_*}$. При больших значениях $|dp/dx|$ в результате действия сил давления

происходит сгущение и уплотнение среды, что вызывает замедление роста \bar{u} при увеличении перепада давления (см. рис. 4).

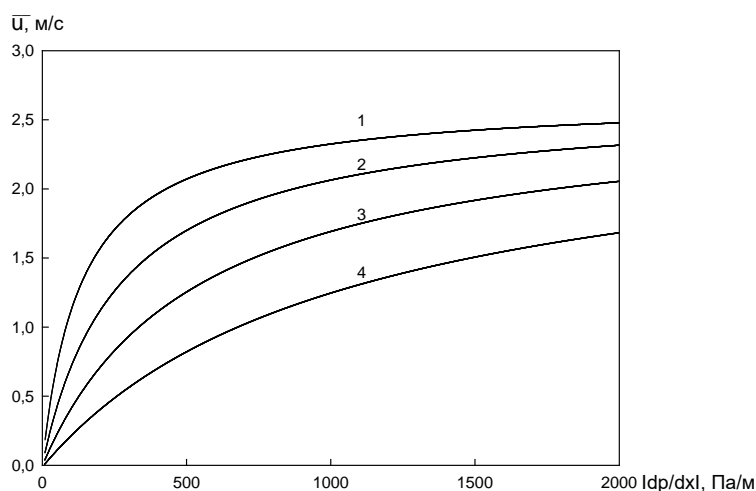


Рис. 4. Зависимость среднерасходной скорости от перепада давления $|dp/dx|$:

$U_* = 80 \text{ с}^{-1}$: 1 — $\sigma_Y = 5$ Па; 2 — $\sigma_Y = 10$ Па; 3 — $\sigma_Y = 20$ Па; 4 — $\sigma_Y = 40$ Па

Анализ влияния напряжения структурирования σ_Y на зависимость величины среднерасходной скорости показывает, что с ростом σ_Y происходит уменьшение \bar{u} .

На рисунке 5 показано изменение коэффициента гидравлического сопротивления ζ с ростом перепада давления $|dp/dx|$ для различных значений реологических параметров. Как видно из рис. 5, зависимость коэффициента гидравлического сопротивления от перепада давления является немонотонной. При низких значениях $|dp/dx|$, когда в потоке преобладают ньютоновские свойства, рост перепада давления приводит к росту кинетической энергии потока и уменьшению гидравлического сопротивления.

При больших значениях $|dp/dx|$ гидравлическое сопротивление потока увеличивается, что связано со сгущением среды в результате ее структурировании. С увеличением значений напряжения структурирования возрастает диссипация механической энергии потока, что приводит к росту гидравлического сопротивления. С увеличением предельной скорости сдвиговых деформаций U_* увеличивается диапазон вязкого течения: сгущение среды происходит при более высоких значениях скоростей сдвиговых деформаций. В результате этого с ростом U_* гидравлическое сопротивление в потоке уменьшается.

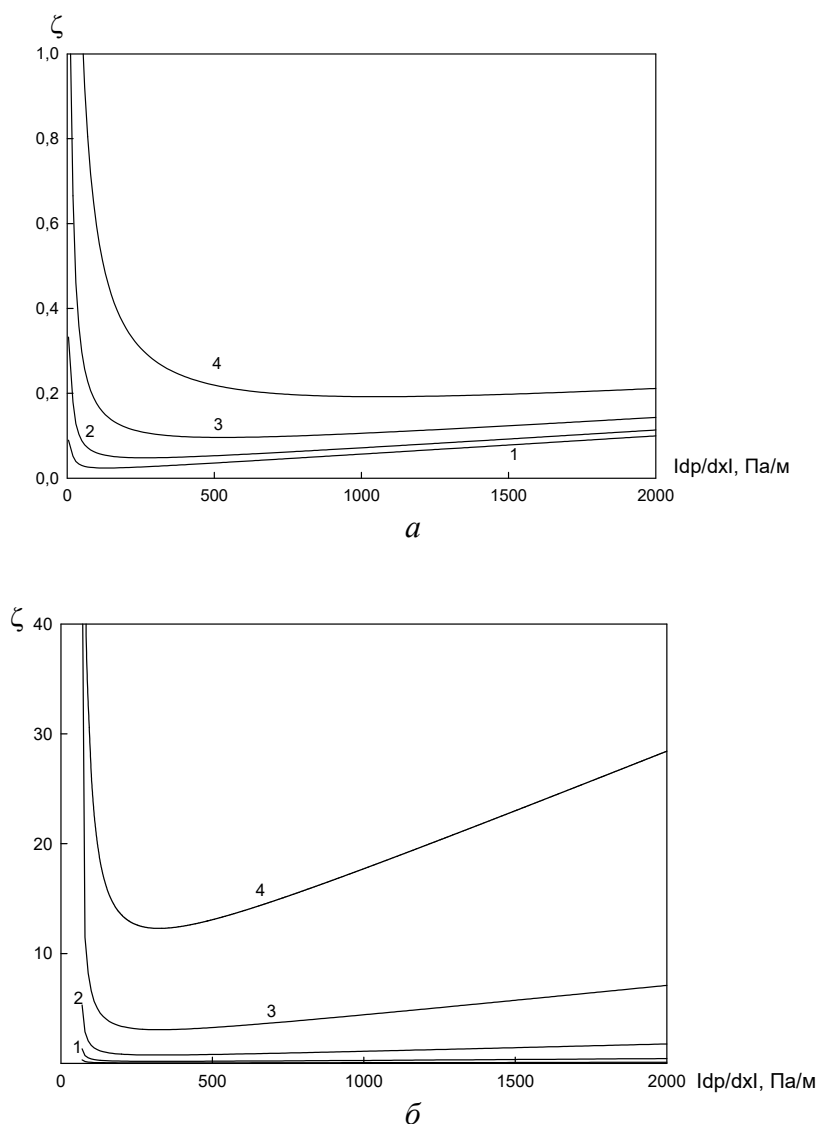


Рис. 5. Зависимость коэффициента гидравлического сопротивления ζ от перепада давления $|dp/dx|$, $\rho = 1300 \text{ кг/м}^3$, $U_* = 80 \text{ с}^{-1}$:

a — 1 — $\sigma_y = 5 \text{ Па}$; 2 — $\sigma_y = 10 \text{ Па}$; 3 — $\sigma_y = 20 \text{ Па}$; 4 — $\sigma_y = 40 \text{ Па}$;

b — 1 — $U_* = 40 \text{ с}^{-1}$; 2 — $U_* = 20 \text{ с}^{-1}$; 3 — $U_* = 10 \text{ с}^{-1}$; 4 — $U_* = 5 \text{ с}^{-1}$

Библиографический список

1. Малкин А. Я., Исаев А. И. Реология: концепции, методы, приложения. СПб. : Профессия, 2007. 560 с.
2. Химическая гидродинамика : справочное пособие / А. М. Кутепов, Л. Д. Полянин, З. Д. Запрянов и др. М. : Бюро «Квантум», 1996. 336 с.
3. Матвиенко О. В., Унгер Ф. Г., Базуев В. П. Математические модели производственных процессов для приготовления битумных дисперсных систем. Томск : Изд-во ТГАСУ, 2015. 336 с.
4. Климов Д. М., Петров А. Г., Георгиевский Д. В. Вязкопластические течения: динамический хаос, устойчивость и перемешивание. М. : Наука, 2005. 394 с.
5. Уилкинсон У. Л. Неньютоновские жидкости. М. : Мир, 1964. 109 с.
6. Матвиенко О. В. Численное исследование течения неньютоновских жидкостей в цилиндрическом канале // Известия высших учебных заведений. Физика. 2014. Т. 57. № 8-2. С. 183—189.

7. Численное исследование структуры течения и теплообмена при закрученном течении битумно-дисперсных систем в цилиндрических каналах / О. В. Матвиенко, В. П. Базуев, Н. К. Дульзон и др. // Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета. 2014. № 2(43). С. 80—93.
8. Матвиенко О. В., Евтюшкин Е. В. Математическое исследование сепарации дисперсной фазы в гидроциклоне при очистке вязкопластических буровых растворов // Инженерно-физический журнал. 2011. Т. 84. № 2. С. 24—252.
9. Островский Г. М. Прикладная механика неоднородных сред. СПб. : Наука, 2000. 464 с.
10. Течение битумного вязущего, описываемого моделью Оствальда — де Вейля, в цилиндрической трубе / О. В. Матвиенко, В. П. Базуев, И. С. Черкасов и др. // Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета. 2020. Т. 22. № 1. С. 171—192.
11. Исследование гидравлических характеристик потока водно-песчаной суспензии в трубе / О. В. Матвиенко, В. П. Базуев, И. С. Черкасов и др. // Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета. 2020. Т. 22. № 2. С. 129—144.
12. Матвиенко О. В. Исследование установившегося течения псевдопластической жидкости, описываемой моделью Сиско, в цилиндрической трубе // Вестник Томского государственного университета. Математика и механика. 2018. № 55. С. 99—112.
13. Исследование установившегося течения вязкопластического битумного вязущего, описываемого моделью Шведова — Бингама, в цилиндрической трубе / О. В. Матвиенко, В. П. Базуев, Н. Р. Сабылина и др. // Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета. 2019. Т. 21. № 3. С. 158—177.
14. Матвиенко О. В., Литвинова А. Е. Исследование установившегося течения высокопарафинистого битумного вязущего, описываемого моделью Балкли — Гершеля, в цилиндрической трубе // Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета. 2021. Т. 23. № 5. С. 79—99.
15. Матвиенко О. В. Исследование расходных характеристик установившегося течения высокопарафинистого битумного вязущего в цилиндрической трубе // Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета. 2021. Т. 23. № 5. С. 71—85.
16. Матвиенко О. В., Фирсанова Н. С. Исследование установившегося течения жидкости Рейнера — Ривлина в цилиндрической трубе // Все грани математики и механики : Сборник статей Всероссийской молодежной научной конференции, Томск, 23—27 мая 2022 года. Томск : Красное знамя, 2022. С. 96—107.
17. Матвиенко О. В., Литвинова А. Е., Фирсанова Н. С. Исследование структуры течения полимерно-битумного вязущего, описываемого моделью Кросса, в трубе с внезапным расширением // Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета. 2022. Т. 24. № 5. С. 151—168.
18. Яблонский В. О. Гидродинамика течения неньютоновской жидкости в гидроциклоне // Журнал прикладной химии. 2000. Т. 73. Вып. 1. С. 479—484.
19. Яблонский В. О. Расчет разделения суспензий с неньютоновской дисперсионной средой в прямоточном цилиндрическом гидроциклоне // Химическая промышленность. Т. 82. № 1. 2005. С. 40—48.
20. Яблонский В. О., Рябчук Г. В. Течение реологически сложной суспензии в цилиндрическом гидроциклоне // Теор. основы хим. технол. 2005. Т. 39. № 4. С. 355—361.
21. Борзенко Е. И., Якутенок В. А. Эволюция свободной поверхности при заполнении плоских каналов вязкой жидкостью // Изв. Рос. акад. наук. Механика жидкости и газа. 2008. № 1. С. 24—30.

22. Борзенко Е. И., Шрагер Г. Р. Неизотермическое течение вязкой жидкости при заполнении плоского канала // Вестник Томского государственного университета. Математика и механика. 2012. № 2. С. 80—87.
23. Борзенко Е. И., Шрагер Г. Р., Якутенок В. А. Течение неньютоновской жидкости со свободной поверхностью при заполнении круглой трубы // Прикладная механика и техническая физика. 2012. Т. 53. № 2. С. 53—60.
24. Матвиенко О. В., Базуев В. П., Южанова Н. К. Математическое моделирование течения закрученного потока псевдопластической жидкости в цилиндрическом канале // Инженерно-физический журнал. 2011. Т. 84. № 3. С. 544—547.
25. Матвиенко О. В., Базуев В. П., Южанова Н. К. Математическое моделирование течения закрученного потока дилатантной жидкости в цилиндрическом канале // Инженерно-физический журнал. 2014. Т. 87. № 1. С. 192—199.
26. Матвиенко О. В., Базуев В. П., Дульзон Н. К. Математическое моделирование течения закрученного потока вязкопластической жидкости в цилиндрическом канале // Инженерно-физический журнал. 2014. Т. 87. № 5. С. 1129—1137.
27. Матвиенко О. В., Базуев В. П., Асеева А. Е. Математическое моделирование течения закрученного потока псевдопластической жидкости Балкли — Гершеля в цилиндрическом канале // Инженерно-физический журнал. 2019. Т. 92. № 1. С. 215—226.
28. Матвиенко О. В., Базуев В. П., Асеева А. Е. Математическое моделирование течения закрученного потока дилатантной жидкости Балкли — Гершеля в цилиндрическом канале // Инженерно-физический журнал. 2019. Т. 92. № 6. С. 2641—2651.
29. Матвиенко О. В. Исследование теплообмена и формирования турбулентности во внутреннем закрученном потоке жидкости при низких числах Рейнольдса // Инженерно-физический журнал. 2014. Т. 87. № 4. С. 908—918.
30. Матвиенко О. В., Асеева А. Е. Математическое моделирование закрученного потока термовязкой псевдопластической жидкости Сиско в цилиндрическом канале // Инженерно-физический журнал. 2020. Т. 93. № 4. С. 857—869.
31. Перминов А. В. Устойчивость жесткого состояния обобщенной неньютоновской жидкости // Механика жидкости и газа. 2014. № 2. С. 6—15.
32. Перминов А. В. Устойчивость жесткого состояния обобщенной ньютоновской жидкости // Известия Российской академии наук. Механика жидкости и газа. 2014. № 2. С. 6—15.
33. Базуев В. П., Матвиенко О. В., Вороненко В. Л. Моделирование процесса модифицирования битума в кавитационно-смесительном диспергаторе // Вестник Томского гос. архит.-строит. ун-та. 2010. № 4. С. 121—128.
34. Экспериментальное исследование процесса кавитации в технологических устройствах / О. В. Матвиенко, В. П. Базуев, В. Н. Веник и др. // Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета. 2015. № 6. С. 165—176.
35. Численное исследование процесса образования кавитационных пузырьков в смесительном устройстве / О. В. Матвиенко, В. П. Базуев, В. Н. Веник и др. // Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета. 2014. № 4(45). С. 231—245.
36. Исследование процесса модификации битума в инжекторном смесителе / О. В. Матвиенко, В. П. Базуев, Н. Г. Туркасова и др. // Вестник Томского гос. архит.-строит. ун-та. 2013. № 3. С. 202—213.
37. Матвиенко О. В., Агафонцева М. В., Базуев В. П. Исследование динамики пузырька в закрученном потоке нелинейно-вязкой жидкости // Вестник Томского гос. архит.-строит. ун-та. 2012. № 4. С. 144—156.
38. Численное моделирование распада турбулентной струи в спутном закрученном потоке / О. В. Матвиенко, А. К. Эфа, В. П. Базуев и др. // Известия вузов. Физика. 2006. Т. 49. № 6. С. 96—107.

39. Матвиенко О. В., Базуев В. П., Южанова Н. К. Численное исследование перехода к турбулентному режиму течения внутренних закрученных потоков битумных вязущих // Вестник Томского гос. архит.-строит. ун-та. 2013. № 2. С. 132—143.
40. Исследование смешения коаксиальных закрученных потоков для приготовления битумных дисперсных систем / О. В. Матвиенко, В. П. Базуев, Н. Г. Смирнова и др. // Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета. 2014. № 3(44). С. 123—134.
41. Numerical investigation of Herschel - Bulkley fluids mixing / O. V. Matvienko, V. P. Bazuev, V. N. Venik, N. G. Smirnova // IOP Conference Series : Materials Science and Engineering Advanced Materials in Construction and Engineering. Ser. "International Scientific Conference of Young Scientists: Advanced Materials in Construction and Engineering, TSUAB 2014" 2015. С. 012034.
42. Dynamic properties of sandwich structures with integrated shear-thickening fluids / C. Fischer, S. A. Braun, P. E. Bourban et al // Smart Materials and Structures 2006. № 15. 1467-75.
43. Maranzano BJ, Wagner NJ. Flow-small angle neutron scattering measurements of colloidal dispersion microstructure evolution through the shear thickening transition // Journal of Chemical Physics 2002; 117: 10291-302.
44. Catherall AA, Melrose JR, Ball RC. Shear thickening and order-disorder effects in concentrated colloids at high shear rates // Journal of Rheology 2000; 44: 1-25.
45. Колодежнов В. Н., Капранчиков С. С., Веретенников А. С. Математическое моделирование диссипативного разогрева в цилиндрическом канале для жидкости, демонстрирующей проявление эффекта «отвердевания», при реализации первой схемы течения // Фундаментальные исследования. 2013. № 10-1. С. 21—24.
46. Колодежнов В. Н., Капранчиков С. С., Веретенников А. С. Моделирование диссипативного разогрева в цилиндрическом канале для жидкости с эффектом «отвердевания» при реализации второй схемы течения // Фундаментальные исследования. 2013. № 11-2. С. 179—183.
47. Колодежнов В. Н. Конвективный теплоперенос при течении в плоском канале неньютоновской жидкости с пределом применимости степенного закона вязкости // Вестник Воронежского государственного технического университета. 2010. Т. 6. № 1. С. 115—117.

В. В. Медведева

Научный руководитель — С. Г. Артемова

*Волгоградский государственный технический университет,
Волгоград, Российская Федерация***ВЛИЯНИЕ ДЛИНЫ ПЕРЕГОНА НА ПРОПУСКНУЮ СПОСОБНОСТЬ
ГОРОДСКИХ МАГИСТРАЛЕЙ**

Рассмотрено влияние длины перегона на пропускную способность городских магистралей.

Ключевые слова: пропускная способность, магистраль, перегон.

Рост автомобилизации городского населения РФ до 7...13 % в год привел к снижению средней скорости транспортных потоков на улично-дорожной сети до 10...25 км/ч, при оптимальной 30...35 км/ч. На 30...100 % возросли затраты времени на перевозки, до 25...30 % повысился расход топлива, ежегодно растет число ДТП и ухудшается экология. Сложившаяся ситуация привела к снижению качества и надежности функционирования транспортных систем в больших городах, также снижению эффективности работы всех городских служб. В условиях дефицита бюджета актуально повышать пропускную способность городских магистралей с минимальными финансовыми затратами.

Пропускная способность магистралей оценивается по пропускной способности их отдельных перегонов между светофорными объектами на перекрестках.

Исследования [1—5] показывают, что пропускная способность перегона изменчива по длине (рис. 1).

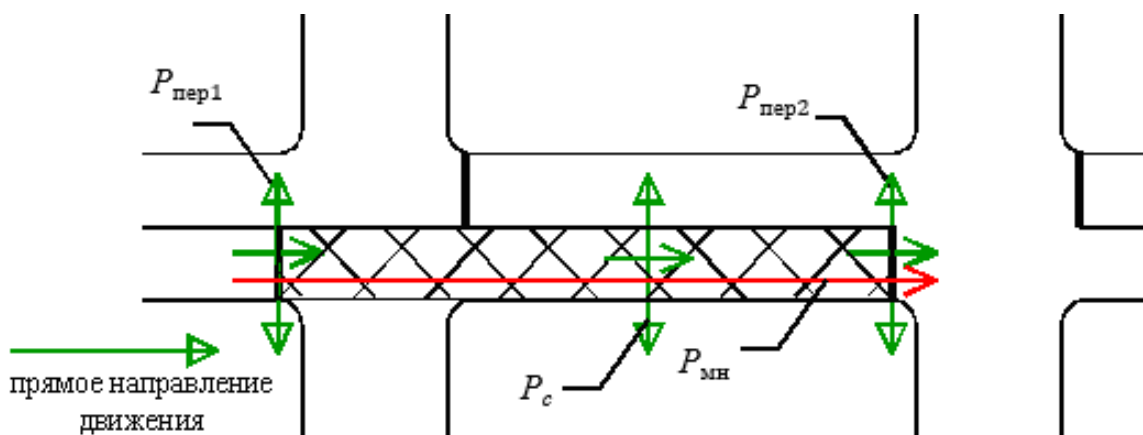


Рис. 1. Схема определения пропускной способности перегона:

$P_{пер1}$, $P_{пер2}$ — пропускная способность в зоне разгона и торможения перекрестка соответственно;
 P_c — пропускная способность в середине перегона; $P_{мн}$ — пропускная способность всего перегона

Пропускную способность перегона рекомендуется оценивать в середине перегона. Максимум пропускной способности в середине перегона наблюдается при скоростях 45...55 км/ч (рис. 2).

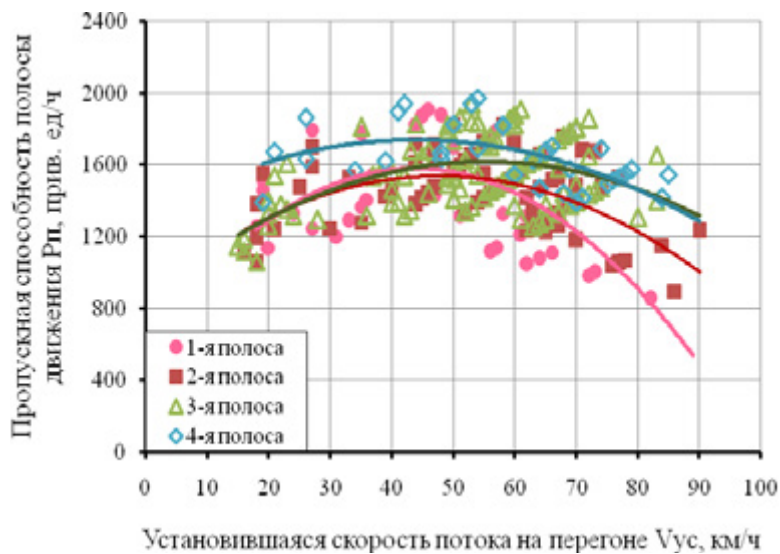


Рис. 2. Зависимость пропускной способности полосы движения в середине перегона от установившейся скорости потока

Анализ выполненных исследований позволил выявить основные параметры, определяющие пропускную способность городских магистралей: количество полос движения, длительность светофорного цикла, длина перегона. Расчеты коэффициента загрузки перегонов длиной 174...494 м с длительностью цикла регулирования 50...60 с по различным методикам показали, что увеличение расстояние между светофорами на 500 м снижает уровень загрузки перегона с 1,0 до 0,4 (рис. 3).

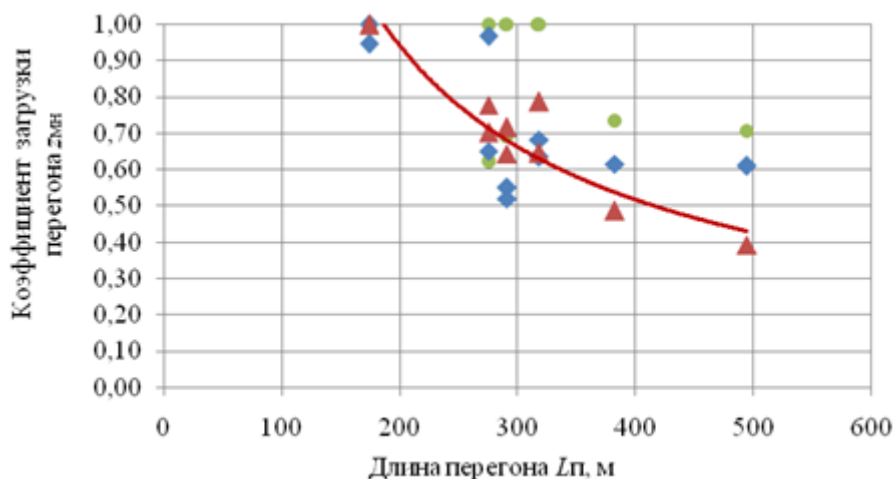


Рис. 3. Зависимость коэффициента загрузки перегона от его длины

Таким образом, можно сделать вывод, что в условиях плотных транспортных потоков длина перегона — один из основных факторов, определяющий работу перегона. Недостаточная его длина является причиной

заторов в случае, когда она меньше, чем протяженность зон влияния перекрестков. На коротких перегонах автомобили не успевают разогнаться до разрешенной скорости. Вследствие этого образуется транспортный затор протяженностью, превышающей длину перегона.

Библиографический список

1. *Афанасьев М. Б.* Пропускная способность дороги [Электронный ресурс]. URL: <http://www.drivingplus.ru/driving/dorojnoe-dvijenie/5.html>.
2. *Клинковштейн Г. И., Афанасьев М. Б.* Организация дорожного движения [Текст] : учеб. для вузов. 5-е изд., перераб. и доп. М. : Транспорт, 2001. 247 с.
3. *Меркулов Е. А., Самойлов Д. С., Юдин В. А.* Городской транспорт и дорожно-мостовое хозяйство [Текст]. М. : Изд-во лит. по стр-ву, 1967. 475 с.
4. Руководство по проектированию городских улиц и дорог / Центр. науч.-исслед. и проектн. ин-т по градостроительству (ЦНИИП Градостроительства) ГОСГРАЖДАНСТРОЯ. М. : Стройиздат, 1980. 324 с.
5. Руководство по регулированию дорожного движения в городах. М. : Стройиздат, 1974. 97 с.

Е. А. Черткова

*Общество с ограниченной ответственностью «ЭКОЛЭНД»,
Волгоград, Российская Федерация*

АНАЛИЗ ПРАКТИЧЕСКИХ РЕКОМЕНДАЦИЙ ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ СОХРАННОСТИ ДОРОЖНОГО ФОНДА (НА ПРИМЕРЕ ВОЛГОГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ)

Рассматриваются основные аспекты улучшения транспортно-эксплуатационных свойств автомобильных дорог в разрезе влияния повышенных атмосферных температур и транспортных нагрузок на дорожное покрытие. Даются рекомендации по усовершенствованию существующих мероприятий.

Ключевые слова: транспортно-эксплуатационные качества, ограничение движения тяжеловесных транспортных средств, пункты весогабаритного контроля, интеллектуальные транспортные системы.

Развитие дорожной сети — это, прежде всего, качественный экономический показатель развития регионов и страны в целом. С увеличением протяженности дорог в нормативном состоянии увеличивается интенсивность движения и нагрузка, вследствие чего ускоряется износ [12]. Для улучшения транспортно-эксплуатационных качеств дорог необходимо систематически изучать их состояние, режимы движения транспортных средств, а также вводить новые нормативы, обеспечивающие сохранность их состояния. Для предупреждения несоответствия между элементами автомобильных дорог и конструкцией движущихся по ним автомобилей должны быть жестко нормированы требования к габаритным размерам и массе автомобилей [3].

С развитием мер государственной поддержки сферы дорожного строительства стала совершенствоваться и система контроля за обеспечением сохранности дорожной сети страны. Данные преобразования произошли не только на экономическом, но и на техническом уровне. В частности, это коснулось работы технических комитетов, исследовательских и научных институтов, способствовало развитию и расширению системного подхода к дорожному фонду в целом.

Одним из примеров может служить временное ограничение движения автомобильного транспорта по дорожной сети в летний период [7]. Данные ограничения являются сезонной мерой обеспечения сохранности дорожного покрытия в период неблагоприятных климатических условий. Для неукоснительного соблюдения данного ограничения Росавтодором был издан приказ [6], в соответствии с которым ограничения для грузового транспорта вводятся в период с 5 июля по 31 августа, при дневной температуре выше +32 °С, с возможностью передвижения только в период с 22:00 до 06:00. На региональных и межмуниципальных дорогах вводятся аналогичные запреты,

только сроки и время оговариваются во внутренних региональных постановлениях. Так, в Волгоградской области данные ограничения регламентируются постановлением Администрации Волгоградской области от 08.08.2011 № 408-п «Порядок осуществления временных ограничений или прекращения движения транспортных средств по автомобильным дорогам регионального или межмуниципального, местного значения Волгоградской области» (в ред. от 24.09.2018 № 427-П). Указанное постановление регламентирует следующий порядок введения временного ограничения или прекращения движения в период возникновения неблагоприятных природно-климатических условий [1]:

1) ограничение движения тяжеловесного транспорта в период возникновения неблагоприятных климатических условий вводится путем ограничения движения в летний период в случае снижения несущей способности конструктивных элементов автомобильной дороги, вызванной превышением допустимых температур;

2) обязательное наличие акта о введении ограничения, согласованного с Управлением Государственной инспекции безопасности дорожного движения Главного управления Министерства внутренних дел Российской Федерации по Волгоградской области;

3) ограничение движения осуществляется путем установки соответствующих дорожных знаков, ограничивающих нагрузки на ось транспортных средств. Предельно допустимые параметры нагрузки определяются на основе данных транспортно-эксплуатационного состояния автомобильных дорог региона;

4) продолжительность временных ограничений не должна превышать 30 дней. Срок ограничения или прекращения движения продлевается в случае продолжения неблагоприятных природно-климатических условий с внесением соответствующих изменений в акт о введении ограничения.

Анализ данного постановления показывает необходимость обоснования весовых ограничений с учетом эксплуатационного состояния проезжей части и исходя из климатических особенностей региона. Так, движение тяжеловесных автомобилей следует ограничить в период с 1 мая по 30 сентября (в официальном постановлении ограничения определены сроком с 20 мая по 31 августа). Также можно определить температурные ограничения движения внутри региона исходя из климатических особенностей: при достижении температуры воздуха севернее областного центра $+25\text{ }^{\circ}\text{C}$, для южных территорий региона $+30\text{ }^{\circ}\text{C}$ (табл.). При этом, учитывая амплитудные колебания температуры атмосферного воздуха и температуры покрытия, время движения следует установить с 24:00, а не с 22:00, как рекомендовано в постановлении.

В связи с тем, что особую угрозу сохранности автомобильных дорог и искусственных сооружений представляют перегруженные и негабаритные транспортные средства [8], с 2019 года на федеральных и региональных

дорогах устанавливаются автоматизированные пункты весогабаритного контроля (АПВГК) (рис. 1).

Условия введения ограничения движения тяжеловесного транспорта в летний период

Конструкция покрытия		Максимальная допустимая температура воздуха, °С	Ограничение движения следует вводить, дни
верхний слой	нижний слой		
М.з. плотный а/б типа А и Б	К.з. пористый а/б (без мод. добавок)	+25	Через 5 дней
ЩМА	К.з. пористый а/б (без мод. добавок)	+30	Через 5 дней
М.з. плотный а/б типа А и Б (ПБВ)	К.з. пористый а/б (с ПБВ)	+30	Через 10 дней
ЩМА	М.з. плотный а/б типа А и Б	+30	Через 10 дней



Рис. 1. Система весогабаритного контроля транспортных средств

К началу 2022 г. на дорогах федерального и регионального значения Российской Федерации было построено 164 пункта весогабаритного контроля. Для решения текущих проблем, таких как нарушения перевозчиков по весу и габариту грузов, разрушение дорожного покрытия, увеличение количества ДТП с участием большегрузов, такого количества АПВГК недостаточно. Согласно плановым расчетам федерального проекта «Общесистемные меры развития дорожного хозяйства», требуется 387 пунктов на дорогах федерального значения и 366 — на дорогах региональной сети. Учитывая, что основная доля транзитного тяжеловесного транспорта проезжает по дорогам федерального значения и в дальнейшем может съезжать на территориальную дорожную сеть, федеральный весовой контроль на стационарных постах позволит частично снизить тяжелые осевые нагрузки на ослабленное дорожное покрытие территориальных дорог.

В Волгоградской области федеральные автомобильные дороги составляют около 4,4 % от общей протяженности автомобильных дорог общего пользования, это 1204 км. Однако вклад федеральных дорог в интегральную областную транспортную доступность региона составляет 48 %, тогда как при более чем десятикратно большей протяженности территориальные дороги обеспечивают 38 % транспортной доступности между городами и районами, муниципальные дороги — около 14 %. То есть почти половина грузовых перевозок выполняется по федеральным автомобильным дорогам. По маршруту следования межобластные и внутриобластные грузовые транспортные потоки зачастую перераспределяются с федеральных дорог на территориальную дорожную сеть и довозят грузы до пунктов назначения. Внутриобластной грузовой транспорт в 22 районах области для межрайонных перевозок использует федеральные автомагистрали («Каспий», Сызрань — Саратов — Волгоград, Волгоград — Каменск-Шахтинский, подъезд к г. Элисте). На указанных маршрутах он должен подвергаться весовому контролю на стационарных постах. Для этих целей на федеральных и региональных дорогах Волгоградской области к 2022 году было установлено 8 стационарных постов весогабаритного контроля:

1) АПВГК на А-260 Волгоград — Каменск-Шахтинский — граница с Украиной, на участке км 825+100;

2) СПВК на Р-22 «Каспий» — подъездная дорога от Р-22 «Каспий» к г. Элисте — Астрахань на участке км 22+762;

3) АПВГК в полосе отвода автомобильной дороги общего пользования регионального значения Волгоградской области 18 ОП РЗ 18А-2 Михайловка (км 15) — Серафимович — Суровикино (III категория) на участке 170+000 — 177+000;

4) АПВГК в полосе отвода автомобильной дороги общего пользования регионального значения Волгоградской области 18 ОП РЗ 18Л-1 Волгоград — Октябрьский — Котельниково — Зимовники — Сальск (в границах территории Волгоградской области) (III категория) на участке 180+000 — 181+000;

5) АПВГК в полосе отвода автомобильной дороги общего пользования регионального значения Волгоградской области 18 ОП РЗ 18К-7 Новониколаевский — Урюпинск — Нехаевская — Краснополье — Манино (Воронежская область) (в границах территории Волгоградской области) (IV категория) на участке км 116+000 — 117+000;

6) в полосе отвода Первого пускового комплекса первой очереди мостового перехода через р. Волгу в Волгограде (I категория) на участке 5+000 — 6+000;

7) АПВГК в полосе отвода автомобильной дороги общего пользования регионального значения Волгоградской области 18 ОП 18А-5 «3-я Продольная магистраль» (II категория) на участке км 9+000 — 10+000;

8) АПВГК на ГЭС.

Создание указанных постов позволило контролировать движение тяжелого автотранспорта по территориальным дорогам области с минимальными финансовыми затратами. Согласно планам федеральной программы финансирования до 2027 года планируется установить еще 25 АПВГК на региональных дорогах и 10 на федеральных.

Тем не менее существуют некоторые недостатки данной системы, устранение которых поможет добиться цели, а именно, большего процента сохранности автомобильных дорог. К таковым можно отнести:

1. Недобросовестное отношение водителей и «сокрытие» госномера путем замазывания и заклеивания цифр, букв при подъезде к АПВГК. В данном случае система считывания не может опознать номер, соответственно, никаких данных о нарушении не формируется. В данном случае очевидным решением является ужесточение штрафов за сокрытие госномера.

2. Ненормативное состояние дорожного покрытия. Любой АПВГК — это набор тензодатчиков, очень требовательных к качеству дорожного полотна, и как следствие, к эксплуатации и обслуживанию. От выбора места установки и состава асфальтобетонного покрытия для каждого поста ВГК зависит работоспособность и долговечность комплекса, а самое главное — достоверность его результатов. При нарушении дорожного покрытия погрешность измерений неизбежна. Например, по статистике областного комитета транспорта и дорожного хозяйства Волгоградской области, из-за наличия колеи и просадок на участках АПВГК «3-я Продольная» и Михайловка — Серафимович — Суровикино была нарушена часть датчиков. Как следствие, из 55 738 нарушений, зарегистрированных с начала 2022 г. по апрель 2022 г., оформлено в качестве протокола было 745, из которых 359 были отменены.

3. Обездвиживание водителей постов весогабаритного контроля. Уклоняясь от штрафов вследствие перегруза (рис. 2), водители уходят от возможности фиксации нарушения, объезжая АПВГК по региональным и муниципальным дорогам, тем самым усугубляя и без того низкое эксплуатационное состояние данных дорог. Решение данного вопроса можно разделить на два пути. При совершении объезда в местах размещения весогабаритного оборудования, «через поле», помогают барьерные ограждения и периодические рейды для ликвидации незаконных съездов с автомобильной дороги. При совершении регионального объезда посредством построения маршрута через вспомогательные дороги может помочь только правильный выбор установки АПВГК.

Не последним звеном в системе контроля за сохранностью дорожного фонда является комплекс ИТС (интеллектуальная транспортная система). Ее основные задачи направлены на повышение безопасности дорожного движения, снижение концентрации мест ДТП, а также защиту отремонтированных участков дорог от перегруженных автомобилей (рис. 3). Так, в составе ИТС Волгоградской области функционируют комплексы видеонаблюдения за

улично-дорожной сетью, фотовидеофиксации нарушений ПДД, программы диспетчеризации пассажирского транспорта на основе спутниковой технологии ГЛОНАСС. Кроме того, в 2021 г. в рамках функционирования ИТС проведена инвентаризация и электронная паспортизация 720 км автомобильных дорог общего пользования местного значения. В 2022 году в рамках федерального проекта «Общесистемные меры развития дорожного хозяйства» были подключены подсистемы мониторинга параметров транспортного потока и контроля светофорного управления.

Величина превышения	Водитель	Должностное лицо	Юрлицо	Собственник ТС
2 - 10% масса или осевая нагрузка, до 10 см. габариты	1 000 - 1 500	10 000 - 15 000	100 000 - 150 000	100 000
10 - 20% масса или осевая нагрузка, 10-20 см. габариты	3 000 - 4 000	25 000 - 30 000	250 000 - 300 000	250 000
20 - 50% масса или осевая нагрузка, 20-50 см. габариты	5 000 - 10 000 или лишение на 2 - 4 мес.	35 000 - 40 000	350 000 - 400 000	350 000
Более 50% масса или осевая нагрузка, от 50 см. габариты	7 000 - 10 000 или лишение на 4 - 6 мес.	45 000 - 50 000	400 000 - 500 000	400 000

Рис. 2. Размер штрафов за нарушение правил перевозки

Как и любая многоуровневая интегральная система, ИТС имеет не только преимущества, но и недостатки. Они относятся к разным уровням ответственности: отсутствие полноценной системы государственных стандартов и норм, регламентирующих работу ИТС; низкий уровень цифровизации автомобильных дорог, что осложняет комплексный подход к решению задач системы; разнообразие уже внедренных систем, связанных с управлением транспортом, не отвечающих современным требованиям по уровню информационного контура. Все перечисленные проблемы могут быть решены, во-первых, повышением уровня технической грамотности персонала, отвечающего за обслуживание ИТС в регионах; во-вторых, увеличением объема финансирования.

Решение		Описание
	Системы управления уличным движением	Системы, повышающие эффективность транспортных сетей, обеспечивающие обмен данными в режиме реального времени, а также синхронизацию светофоров и динамическое распределение уличного пространства
	Системы сбора оплаты проезда	Системы, обеспечивающие автоматическое взимание платы за проезд транспортных средств по платным дорогам, шоссе или туннелям, что позволяет экономить время
	Управление грузоперевозками	Уже применяемые системы, пользующиеся растущей популярностью и, как правило, направленные на оптимизацию грузоперевозок и сбор данных для контроля над эффективностью и состоянием парка
	Сбор данных (V2I, V2V, GPS)	Использование больших данных для анализа транспортных потоков, а также транспортной загрузки, с целью оперативного реагирования на непредвиденные ситуации на дороге
	Управление парковочными местами	Системы, использующие данные, полученные в режиме реального времени, для информирования водителей о наличии свободных парковочных мест, и таким образом обеспечивающие удобное и отлаженное транспортное сообщение
	Общественный транспорт	Системы управления общественным транспортом, осуществляющие сбор и анализ данных, корректировку движения в соответствии с потребностями горожан, повышающие общую эффективность

Рис. 3. Перспективные подсистемы ИТС

Все вышеперечисленные меры, направленные на обеспечение сохранности автомобильных дорог в нормативном состоянии, позволяют существенно снизить чрезмерный износ дорожного покрытия от тяжелых (сверхнормативных) транспортных нагрузок, что весьма важно в условиях ограниченного финансирования ремонта дорожных сетей регионов.

Библиографический список

1. Арутюнян А. Ю. Анализ методов управления качеством дорожных покрытий // Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика. 2014. № 2. С. 17—21.
2. Причины образования деформаций и разрушений на покрытии автомобильных дорог / А. М. Бургонутдинов, Б. С. Юшков, О. Н. Бурмистрова и др. // Известия Коми научного центра УрО РАН. 2014. № 1(17). С. 89—93.

3. *Есипенко И. А., Колмогоров Г. Л.* Оценка надежности нежестких дорожных одежд // Транспорт. Транспортные сооружения. Экология. 2012. № 1. С. 110—118.
4. *Лазарев Ю. Г., Петухов П. А., Зарецкая Е. Н.* Обоснование деформационных характеристик укрепленных материалов дорожной одежды на участках построечных дорог // Вестник гражданских инженеров. 2015. № 4(51). С. 140—146.
5. *Лазарев Ю. Г., Симонов Д. Л., Новик А. Н.* Формирование потребительских и эксплуатационных свойств автомобильных дорог // Технико-технологические проблемы сервиса. 2016. № 1(35) С. 43—47.
6. *Лазарев Ю. Г., Медрес Е. Е.* Предложения по выявлению и сокращению опасных участков концентрации дорожно-транспортных происшествий // Технико-технологические проблемы сервиса. 2016. № 3(37) С. 56—60.
7. *Овчинников Н. А., Арутюнян Ю. В.* Анализ методов ограничения скорости движения транспортных средств // Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика. 2016. № 4. С. 118—121.
8. Влияние изменения региональных эксплуатационных периодов на образование дефектов дорожной одежды / Е. В. Романова, Ф. В. Матвиенко, С. А. Гузненко и др. // Научный вестник Воронежского государственного архитектурно-строительного университета. Строительство и архитектура. 2011. № 2. С. 112—119.
9. *Старовойт Р.* Автомобильные дороги сегодня // Транспортная стратегия — XXI век. 2016. № 32. С. 45—46.
10. *Сильянов В. В., Домке Э. Р.* Транспортно-эксплуатационные качества автомобильных дорог и городских улиц : учебник для студ. высш. учеб. заведений. 2-е изд., стер. М. : Академия, 2008. 352 с.
11. *Шатманов О. Т.* Анализ причин образования трещин асфальтобетонных покрытий // Вестник Кгуста. 2012. № 4. С. 123—128.
12. *Efimenko S., Efimenko V., Sukhorukov A.* Assurance of the operational reliability of transport systems via the account of natural-climatic conditions // AIP Conference Proceedings. 2016. Vol. 1772.

А. Г. Чопко, С. Г. Артемова

*Волгоградский государственный технический университет,
Волгоград, Российская Федерация*

ВОДООТВОД КАК ОСНОВА СОХРАННОСТИ АВТОМОБИЛЬНОЙ ДОРОГИ

Целью работы является представление анализа и обоснование принципа обеспечения устойчивости и экономичности системы управления автомобильными дорогами путем приоритетного по отношению ко всем остальным мерам эффективной реализации систем дорожного водоотвода, а также рассмотрение основных принципов проектирования и функционирования систем водоотвода для последующего обоснования разработанных мероприятий по повышению уровня содержания и эффективности систем водоотвода с проезжей части автомобильных дорог. Краткая, но информативная характеристика работы представлена в виде двух статей. На данном этапе сформулированы основные причины, характеризующие систему дорожного водоотведения как главного компонента сохранности транспортно-эксплуатационных характеристик дороги. В свою очередь, объектом исследования будут выступать автомобильные дороги общего пользования, как в пределах населенных пунктов, так и внегородские. Описано влияние водоотводящих систем на состояние дорожного покрытия.

Ключевые слова: автомобильная дорога, система водоотведения, функциональный срок службы, безопасность.

Дождевые осадки оказывают определяющее воздействие на изменение водно-теплового режима земляного полотна и дорожных одежд. На основе результатов многочисленных экспериментальных исследований, проведенных в различных странах, было доказано, что влажность грунта земляного полотна возрастает при уменьшении расстояния от горизонта грунтовых вод, при уменьшении расстояния от фильтрующего слоя, а также при увеличении среднего количества осадков за 15 суток.

Температурные швы и мелкие трещины в дорожных покрытиях со временем пропускают воду в количестве, более чем достаточном для появления разрушений. В процессе эксплуатации в асфальтобетонных покрытиях появляются усталостные трещины вследствие динамических нагрузок и деформаций дорожной одежды, в цементобетонных покрытиях всегда имеются трещины в местах сопряжения с обочинами, а температурные швы со временем теряют водонепроницаемость.

Также свободная вода, находящаяся в конструктивных слоях дорожной одежды, причиняет наибольший вред устойчивости дорожной конструкции. Давление от колес транспортных средств вызывает перемещение этой воды в слоях дорожной одежды и их разрушение. Вода в зернистом слое основания

дорожной одежды при динамических нагрузках может снизить его прочность более чем на 30 %.

Все это указывает на необходимость проведения комплекса предварительных исследований гидрологических, геологических и климатических условий при строительстве или ремонте автомобильной дороги с целью правильного выбора и назначения схемы организации отвода воды с поверхности покрытия проезжей части.

Также актуальной проблемой является распространенное в отдельных регионах Российской Федерации в зимнее время года чередование периодов оттаивания и замерзания снегового слоя, что создает определенные проблемы при обеспечении своевременного водоотвода с поверхности проезжей части автомобильных дорог. Кроме этого, имеют место случаи одновременного выпадения дождевых и снеговых осадков в зимние месяцы, что нередко приводит к значительному затоплению проезжей части и нарушению беспрепятственного движения транспортных средств.

При эксплуатации автомобильных дорог и искусственных сооружений поверхностные стоки ливневых и талых вод, а также стоки от увлажнения покрытия поливочными машинами содержат в своем составе значительное количество загрязняющих компонентов, отрицательное воздействие которых на окружающую среду оказывается наиболее интенсивно при отсутствии эффективно функционирующей системы водоотвода.

В каждом конкретном районе при проектировании различных элементов систем дорожного водоотвода следует учитывать специфические факторы, характерные только для данного водосбора и регулирующие максимальный поверхностный сток: меженный сток, пахотные земли на склонах, искусственное орошение, бессточные поверхности, террасированное земледелие, заторы русел горных рек, карстовые явления, местоположение искусственных сооружений, перераспределение стока между водотоками, озерность и заболоченность, регулирование стока на широких поймах, транзитные участки русел, наледообразование, мелиоративные сооружения, населенные пункты и др. Необходимо также учитывать вероятность возможного совпадения паводкового периода со временем действия этих факторов как регулирующих, а для получения расчетных максимумов, наиболее полно отражающих условия их формирования в районе строительства, после выполнения изыскательских работ уточнять отдельные параметры в соответствии с материалами полевых обследований водотоков и длительных наблюдений на метеостанциях.

Система дорожного водоотвода является основополагающим фактором при проектировании автомобильных дорог вне зависимости от территориального расположения, категории или протяженности. Столетиями известно, что отсутствие переизбытка влаги в дорожных конструкциях и грунтах земляного полотна означает надлежащее функционирование дороги. Избыточное влагосодержание снижает несущую способность грунта, что приводит к

ускоренному разрушению и укорачиванию срока службы дороги. В таких случаях дороге с проблемами водоотвода требуется более частый ремонт и восстановление, чем той, на которой водоотвод функционирует нормально. При выборе стратегий дорожного содержания затраты на устройство покрытия необходимо сравнивать с затратами на поддержание водоотвода.

В современных условиях типовые решения по организации водоотвода, представляющие собой регламентированные однотипные конструкции и размеры как прикромочных, так и откосных лотков для дорог всех категорий, и условий применения, работают на пределе возможностей нормативного обеспечения транспортно-эксплуатационных показателей современных скоростных многополосных автомобильных дорог и должны стать полноценной основой для проведения последующих исследований, накопления опыта и его обобщения (рис.).



Вариант реализации водоотвода

Библиографический список

1. Автомобильные дороги. Актуализированная редакция СНиП 2.05.02—85* (с Изменениями № 1, 2) : СП 34.13330.2021.
2. *Перевозников Б. Ф.* Водоотвод с автомобильных дорог. М. : Транспорт, 1982. 190 с.
3. *Ильина А. А.* Об основных требованиях и правилах устройства, содержания и ремонта сооружений поверхностного водоотвода автомобильных дорог // Автомобильные дороги : Науч.-техн. информ. сб. М., 2001. Вып. 1.

4. *Ильина А. А.* Принципы сбора и отвода воды с разделительных полос на современных автомагистралях // Автомобильные дороги : Науч.-техн. информ. сб. М., 2001. Вып. 1.
5. Дороги автомобильные общего пользования. Лотки дорожные водоотводные. Технические требования : ГОСТ 32955—2014. М. : Стандартиформ, 2016.
6. Рекомендации по расчету дренажных дорожных конструкций : ОДМ 218.2.055—2015. М., 2015.
7. Люки смотровых колодцев и дождеприемники ливнесточных колодцев. Технические условия : ГОСТ 3634—2019.

Шакир Ясир Ахмед

Научный руководитель — С. В. Алексиков

*Волгоградский государственный технический университет,
Волгоград, Российская Федерация*

АНАЛИЗ АВАРИЙНОСТИ ДВИЖЕНИЯ НА ДОРОГАХ РЕСПУБЛИКИ ИРАК

Ирак является крупным государством с общей площадью около 432 000 км² и общей численностью населения около 40 миллионов человек, поэтому сеть автомобильных дорог имеет важное значение для мобильности людей и товаров.

Ключевые слова: аварийность, автомагистрали, ПДД, безопасность дорожного движения, скорость.

Иракская сеть — это система автострад протяженностью около 1060 км, которая включает в себя 6-полосную автостраду, соединяющую город Басра на юге с западной границей Ирака через Багдад, и 10 000 км приграничных дорог, которые были построены в 80-х годах XX в. военными. Дороги и автомагистрали в Ираке функционально можно разделить на пять отдельных групп. Скоростные автомагистрали представляют собой разделенные автомагистрали с полностью контролируемым доступом, перекрестками разноразовного типа и тремя полосами движения в каждом направлении. Главные дороги — это разделенные магистрали, обычно с двумя полосами движения в каждом направлении, которые играют ключевую роль в соединении провинций с Багдадом. Основная функция второстепенных дорог — соединять города с провинциями. Основная роль сельских дорог заключается в соединении городов и деревень с второстепенной сетью. Военно-пограничные дороги предназначены для передвижения войск.

Почти 80 % всех дорог и автомагистралей имеют твердое покрытие. Большинство грунтовых дорог — это второстепенные и сельские дороги. Однако в последнее время дорогам в Ираке не хватало надлежащего обслуживания, не все поврежденное дорожное покрытие было заменено или отремонтировано. Стоит отметить, что большинство скоростных автомагистралей и второстепенных дорог в целом находятся в удовлетворительном состоянии, так как они были построены более 25 лет назад. Эти системы дорог пострадали от отсутствия технического обслуживания, тяжелой военной техники и перегруженных грузовиков. Результатом стал накопленный износ, на который не обращали внимание до 2000 года, когда был выделен скромный бюджет на проведение некоторых ремонтных работ. Кроме того, на скоростной автомагистрали, соединяющей Басру с Багдадом, отсутствует ключевой участок примерно в 150 км к северу от Басры.

Система скоростных автомагистралей Ирака и некоторые основные дороги были спроектированы в соответствии с международными стандартами,

которые должны выдерживать нагрузку на ось до 16,3 т на ось при преобладающей допустимой нагрузке 13,2 т на ось. Однако на протяжении долгих лет эти дороги практически не ремонтировались, возникшее в результате ухудшение состояния дорожного покрытия привело к высокой шероховатости поверхности и ослаблению ее несущей способности, в результате срок службы этих дорог близок к концу.

Через Ирак протекают две крупные реки, на которых расположено большинство его городов, это сделало строительство мостов необходимостью. По всей стране насчитывается около 1150 мостов. Первая война в Персидском заливе в начале 90-х годов XX в. привела к разрушению многих основных мостов в результате бомбардировок. Последующие экономические санкции, введенные в отношении Ирака, привели к значительному ограничению восстановительных работ. Из 148 главных мостов и 1002 второстепенных большая часть находилась в плохом или удовлетворительном состоянии.

Плохие условия и ухудшение состояния иракских автомагистралей, устаревший автопарк, средний возраст которого около 15 лет, отсутствие устройств управления дорожным движением и другого дорожного оборудования — это основные причины увеличения серьезности и частоты столкновений.

Для расчета интенсивности движения на дороге, соединяющей Самаву и Багдад, установили камеры. Расчет трафика был выполнен за 24 часа в обоих направлениях, понедельник был выбран в качестве дня для сбора данных об объеме трафика, поскольку в Ираке он считается рабочим днем с нормальным трафиком. В таблице показан расчет интенсивности движения и классификация транспортных средств за целый день на скоростной автомагистрали Самава — Багдад. На рис. 1 представлена круговая диаграмма, отражающая состав трафика на исследуемом участке скоростной автомагистрали. Из них видно, что доля автобусов незначительна, тогда как доли легковых и грузовых автомобилей преобладают и почти равны.

Объем движения по шоссе Самава—Багдад

Вид транспорта	Направление Ю-С	Направление С-Ю	Итого за один день	Всего за год (365 дней)
Легковой автомобиль	4124	4311	8435	3 078 775
Автобус	216	276	492	179 580
Грузовик	3856	4013	7869	2 872 185
Итого	8196	8600	16 796	6 130 540

Количество зарегистрированных дорожно-транспортных происшествий в 2019 году достигло 9852, из них 2463 со смертельным исходом (25,0 %), не смертельным 7389 (75,0 %), в сравнении с 8824 в 2018 году увеличилось на 11,7 %.



Рис. 1. Состав движения по выбранному участку скоростной автомагистрали

Из общего числа дорожно-транспортных происшествий за 2019 год было установлено, что число несчастных случаев, произошедших в течение дня, 5976 (6,7 % от общего числа несчастных случаев), за ними следуют несчастные случаи, произошедшие на закате, 1600 (16,2 %), далее следуют аварии, произошедшие ночью, 1415 (14,4 %) и на рассвете 861 (8,7 %).

Количество ДТП, зарегистрированных за 2015—2019 гг., приведено на рис. 2.

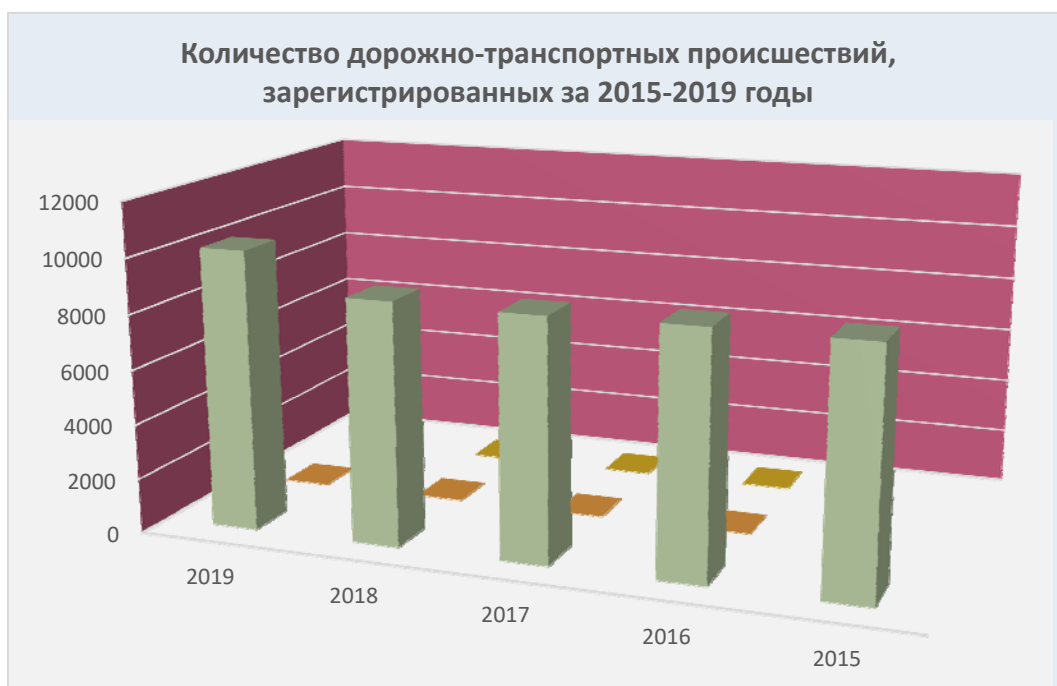


Рис. 2. Количество дорожно-транспортных происшествий, зарегистрированных за 2015—2019 гг.

Для снижения риска дорожного движения требуется незамедлительное проведение следующих мероприятий:

1. Строительство современных скоростных автомагистралей с долговечным бетонным покрытием, обеспечивающих возросшую потребность в автотransporte внутри республики.

2. Ужесточение требований к техническому состоянию автомобилей и соблюдению правил дорожного движения, особенно в части скоростного режима движения автомобилей на автомагистралях в ночное время.

3. Необходимость установления строгого контроля за выдачей разрешений на водительские права, превышением скорости, использованием ремней безопасности и вождением в состоянии алкогольного опьянения, обязательным использованием кресел и ремней безопасности для детей.

4. Требование мотоциклистам: носить шлем в целях уменьшения смертности и получения травм.

5. Сокращение случайного импорта автомобилей и развитие общественного транспорта за счет сокращения одноуровневых перекрестков и создание расходов и мостов.

6. Установка ламп высокой интенсивности, чтобы помочь водителю хорошо видеть ночью.

Библиографический список

1. SawsanSabeeh. Traffic density and its impact on the high pollution levels in the city of Baghdad // *al-mostansiryah journal for Arab and international studies*. 2016, no. 54, 10 from 217—243.

2. Министерство транспорта Ирака. Главное управление по наземному транспорту. Багдад, 2021.

3. *Хайдер Х Аода*. Университет Ти-Кар // Разработка иракской системы управления автомагистралями : тематическое исследование.

4. Департамент по несчастным случаям Министерства здравоохранения Ирака.

5. Отчет о дорожно-транспортных происшествиях 2016 г. / Министерство транспорта. Режим доступа: <https://www.cosit.gov.iq/documents/transportation>.

6. *Инженер Хазем*. Управление автомобильных дорог Мутанны / Департамент автомобильных дорог.

Л. А. Шугайкина, В. С. Исланова

*Волгоградский государственный технический университет,
Волгоград, Российская Федерация*

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВЛАЖНЫХ ОРГАНОМИНЕРАЛЬНЫХ СМЕСЕЙ С ДОБАВЛЕНИЕМ АСФАЛЬТОГРАНУЛЯТА ПРИ УСТРОЙСТВЕ ДОРОЖНЫХ ОДЕЖД

Рассматриваются различные способы устройства дорожных одежд низшего типа на дорогах с низкой интенсивностью движения, а также на дорогах, используемых в течение ограниченного времени. Применение вторичного сырья, в качестве основания и нижнего слоя покрытия в виде гранулята старого асфальтобетона, обработанного органическими вяжущими различной природы, позволяет в короткие сроки восстановить несущую способность конструкции и тем самым расширить сырьевую базу дорожного строительства.

Ключевые слова: асфальтогранулят, органоминеральная смесь, дорожное строительство, дорожная одежда, основание.

При дорожном строительстве в настоящее время все чаще прибегают к использованию отработанного верхнего слоя асфальтобетона, не только из-за того, что материал более экономичен, но и потому что переработка асфальтобетона является экологически невозможной. Использование асфальтогранулята стало популярным в странах Европы, США и Азии. В России асфальтогранулят применяется в укреплении обочин и для водоотводных лотков. Но на протяжении 10 лет стала продвигаться тенденция использования асфальтогранулята в регенерации основания дорожной одежды с помощью добавления комплексных вяжущих, минеральных добавок и битумных эмульсий.

Органоминеральная смесь (ОМС) — искусственная смесь, получаемая смешением на дороге или в смесительных установках щебня, песка или их смесей, а также минерального порошка с органическими вяжущими, активными добавками и без них или с органическими вяжущими совместно с минеральными.

Влажные органоминеральные смеси могут использоваться для устройства нижних слоев покрытия на автомобильных дорогах с высокой интенсивностью, а также для устройства верхних слоев покрытий на автомобильных дорогах III и IV категорий на территории с теплым климатом.

ОМС наиболее эффективны для устройства дорожных одежд, так как имеют следующие технические, экономические и эксплуатационные преимущества:

- 1) высокая технологичность процесса изготовления материала;
- 2) обеспечение требуемой ровности и шероховатости покрытия;
- 3) эффективность проведения дорожно-ремонтных работ;

- 4) сжатые сроки исполнения дорожно-ремонтных работ;
- 5) высокая эксплуатационная надежность;
- 6) возможность использования вторичных ресурсов дорожной отрасли, в первую очередь асфальтогранулята.

Асфальтогранулят (АГ) — сыпучий материал, состоящий из минеральных компонентов и органического вяжущего, позволяющий получить хорошие результаты при их правильном вторичном использовании. Наибольший экономический эффект может достигаться при использовании асфальтогранулята для приготовления асфальтобетонных и органоминеральных смесей. АГ, получаемый из переработанного лома асфальтобетона, наиболее целесообразно применять:

- 1) в составе асфальтогранулобетонных смесей;
- 2) в качестве компонента в органоминеральных смесях;
- 3) в качестве фракционного «черного» щебня при устройстве конструктивных слоев способом заклинки или пропитки.

Были проведены лабораторные испытания, в зависимости от количества вяжущего и асфальтогранулята, с использованием трех компонентов для замеса. Приготовлено достаточное количество образцов ОМС и сделан вывод, что соотношение количества вяжущего и вторичного материала (АГ) в минеральных вяжущих составляет около 7 %, комплексных вяжущих от 2 до 6 %. Увеличение количества АГ не приводит к снижению прочностных показателей (табл.).

Наименование смеси	Количество вяжущего	Количество АГ, %	Непрямое растяжение, (кПа), при температуре		Объемная плотность, г/см ³	Коэффициент водостойкости
			23 °С	44 °С		
X16К	4 % Ц + 4 % Э	30	440	250	2,098	0,82
X16К	4 % Ц + 4 % Э	45	430	360	2,152	0,90
X16К	4 % Ц + 4 % Э	65	490	310	2,117	0,71
X16М	4 % Ц	45	300	380	2,225	0,71
X16М	4 % Ц	65	480	410	2,301	0,84
X16М	6 % Ц	45	560	510	2,295	0,71
X16М	6 % Ц	65	1010	940	2,328	0,78

В нормативной и технической документации основными показателями оценки характеристик ОМС являются: водонасыщение, водостойкость при длительном водонасыщении, прочность на сжатие и растяжение, на раскол.

От количества битума нефтяного дорожного и мелких инертных материалов (пылевидных частиц песка из отсевов дробления) в составе ОМС зависят такие физико-механические характеристики, как водоустойчивость и водонепроницаемость. При увеличении количества битума без увеличения пылевидных мелких инертных материалов происходит снижение прочности на сжатие при 20 и 50 °С, еще увеличивается прочность на сжатие при 0 °С, это говорит о том, что органоминеральная смесь перенасыщена битумом и становится хрупкой при отрицательных температурах.

ОМС на основе асфальтогранулята готовят двумя способами:

1) в стационарных или мобильных установках, предназначенных для приготовления смесей холодным способом с принудительным перемешиванием, оборудованных устройствами для дозирования всех компонентов смеси;

2) смешение на дороге при помощи дорожного комплекса ресайклера.

Независимо от способа технологическая последовательность работ включает следующие этапы:

1) измельчение старого асфальтобетонного покрытия (в некоторых случаях с захватом части основания) преимущественно посредством фрезерования или дробления;

2) введение в образовавшийся асфальтобетонный гранулят при необходимости нового скелетного материала, вяжущего и других добавок, если требуется;

3) перемешивание всех компонентов с получением асфальтогранулобетонной смеси;

4) распределение ее в виде конструктивного слоя и уплотнение.

Влажная органоминеральная смесь (ВОМС) готовится в грунтосмесительной установке конвейерного типа. Щебеночно-песчаная смесь с помощью погрузчика выгружается в приемный бункер, после чего по конвейеру перемещается смесительный бункер, куда подается с цистерн эмульсия. Вода подается в случае необходимости, если ЦПС менее 4 % влажности (влажность проверяется в лаборатории перед началом смены), далее смесь смешивается и перегружается в самосвалы и доставляется на место укладки.

Укладка ВОМС осуществляется с помощью асфальтоукладчика. Перед укладкой нижележащий слой следует очистить от пыли и грязи. Основным требованием к укладке является время между приготовлением и окончанием уплотнения ВОМС. Уплотнение следует начинать не позднее 2 часов при температуре окружающего воздуха выше 15 °С и не позднее 4 часов — ниже 15 °С, заканчивать уплотнение необходимо не позднее 4...5 часов с момента приготовления смеси.

После устройства ВОМС уход за слоем необходимо осуществлять сразу после завершения процесса уплотнения. Уход производится розливом быстрораспадающейся битумной эмульсии для образования защитной пленки во избежание выпаривания влаги из ВОМС.

Библиографический список

1. Автомобильные дороги. Устройство оснований дорожных одежд. Часть 6. Устройство оснований из черного щебня и органоминеральных смесей : СТО НОСТРОЙ 2.25.34—2011. М. : Национальное объединение строителей, 2011.
2. Дороги автомобильные общего пользования. Смеси органоминеральные холодные с использованием вторичного асфальтобетона. Технические требования : ГОСТ Р 70197.1—2022.
3. Устройство оснований дорожных одежд. Ч. 7. Строительство оснований с использованием асфальтобетонного гранулята : СТО НОСТРОЙ 2.25.35—2011. М., 2012.
4. Бахрах Г. С. Методы испытания асфальтогранулобетона и технические требования к нему : сб. науч. тр. / ГП Росдорнии. М., 2000. Вып. 10. С. 115—122.
5. Горельшева Л. А. Органоминеральные смеси в дорожном строительстве // Автомобильные дороги. М. : Информавтодор. 2000. Вып. 3.

СЕКЦИЯ 6. ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СТРОИТЕЛЬСТВО

УДК 628.511

А. С. Гаспарян

*Государственный центральный межвидовой полигон,
г. Знаменск, Российская Федерация*

СТЕПНАЯ ЗОНА ВОЛГОГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ КАК НЕУЧТЕННЫЙ ИСТОЧНИК ЗАГРЯЗНЕНИЯ ГОРОДСКОЙ ВОЗДУШНОЙ СРЕДЫ МЕЛКОДИСПЕРСНЫМИ ЧАСТИЦАМИ

Рассмотрены климатические и географические особенности степной зоны Волгоградской области, проведен анализ дисперсного состава природной пыли. Определено, что в теплый период года увеличивается количество мелкодисперсной пыли, которая при ветре северо-восточного и восточного направлений переносится в г. Волжский и Волгоград. Поэтому при проведении сводных расчетов по определению фоновых концентраций в городах, расположенных вблизи степей, полупустынь и пустынь, необходимо учитывать мелкодисперсную природную пыль.

Ключевые слова: концентрация, взвешенные вещества, пыль, атмосферный воздух, ветер.

По данным многолетних наблюдений, сезонные изменения содержания взвешенных веществ в атмосфере имеют ярко выраженный максимум в теплый период, что обусловлено влиянием природных факторов [1, 2]. С 2019 по 2021 гг. среднегодовые концентрации взвешенных веществ в воздухе, по данным станций комплексного фонового мониторинга (СКФМ), на европейской части России изменялись в пределах 12...39 мкг/м³. Эпизодическое повышение концентраций взвешенных веществ наблюдалось в теплый период года. Так, отдельные максимальные среднесуточные концентрации достигали 840 мкг/м³. Сравнение показателей предельно допустимых концентраций (ПДК) по взвешенным веществам в г. Волжском и Волгограде показывает, что в г. Волжском в летний период с 2019 по 2021 гг. ПДК выше, чем в Волгограде. Максимальные из разовых в г. Волжском составили в 2020 г. 4,0, а в 2021 г. — 1,4 [3, 4]. На наш взгляд, данные показатели обусловлены многими факторами, в том числе близостью расположения города к степной зоне.

В связи с этим рассмотрим факторы, оказывающие существенное влияние на образование природной пыли и ее распространение на г. Волжский и Волгоград.

1. Метеорологические. Климат области засушливый, с резко выраженной континентальностью. Средняя температура января от –8 до –12 °С, июля — от +23 до +25 °С. Средние многолетние сроки образования устойчивого снежного покрова в Волгоградской области в период 11—25 декабря. Снежный покров сохраняется от 90 до 110 дней. Абсолютный максимум тепла +42...+44 °С наблюдается обычно в июле-августе. Абсолютный минимум

температуры воздуха составляет $-36...-42$ °С и наблюдается в январе-феврале. Среднегодовое количество осадков выпадает на северо-западе до 500 мм, на юго-востоке — менее 300 мм [5].

Наиболее распространенными направлениями ветра для степной зоны Волгоградской области, по данным сайта gr5.ru [6], с апреля по октябрь в период с 2018 по 2021 гг. являются ветры восточного и северо-восточного направлений. Особенно ярко выражены эти направления в ночное время. Днем преобладают ветры северо-западного и западного направлений. Роза ветров в дневное и ночное время за указанный период представлена на рис. 1.

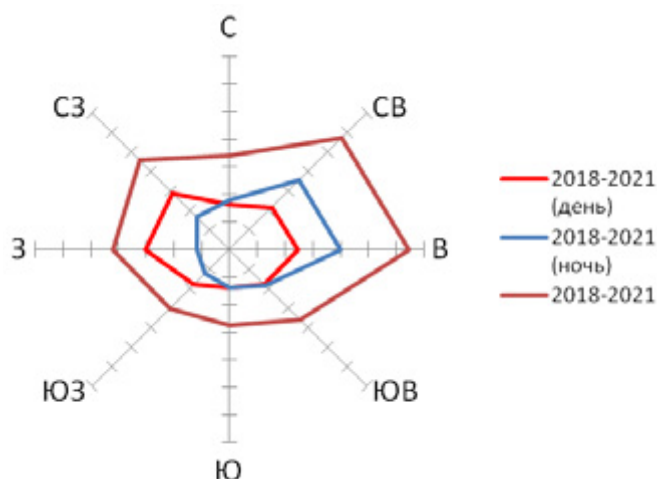


Рис. 1. Роза ветров

В работах [7, 8] доказано, что распределение скорости ветра описывается законом Вейбулла. Рассмотрение скорости и направления ветра как случайной величины позволяет определить вероятность негативных направлений ветра для населенных пунктов. При ветре северо-восточного и восточного направлений природная пыль переносится в г. Волжский и Волгоград, где, вливаясь и смешиваясь с общим потоком загрязняющих веществ, способствует повышению уровня загрязнения атмосферного воздуха, представляя тем самым определенную угрозу для жизни и здоровья населения. В таблице представлены значения параметров закона Вейбулла северо-восточного и восточного направлений.

Значения параметров закона Вейбулла

Направление ветра	День		Ночь	
	β	k	β	k
Северо-восток (2021)	4,74	2,85	4,4	3,1
Восток (2021)	5,06	3,4	4,12	3,12
Северо-восток (2020)	4,85	2,40	4,46	2,76
Восток (2020)	5,13	3,86	4,67	3,63
Северо-восток (2019)	4,18	3,41	3,71	3,87
Восток (2019)	—	—	3,81	3,98
Северо-восток (2018)	4,07	2,01	3,82	2,41
Восток (2018)	4,00	2,70	3,61	3,06

Проведенные исследования показали, что проверка повторяемости скоростей ветра в отдельности практически по всем направлениям подчиняется закону Вейбулла, однако при расчете четырехлетних значений закономерности не выявлено. Только восточное направление в дневное время в 2019 году лучше всего описывается смешанным гауссовским распределением.

2. Географические. Волгоградская область отличается высоким разнообразием экосистем и ландшафтов, которые входят в состав степной и полупустынной природных зон. Северо-западная часть находится в зоне лесостепи, восточная — в зоне полупустынь, приближаясь к настоящим пустыням. На юго-востоке в пределах плато Ергеней и Прикаспийской низменности сформировались ландшафты северных и южных полупустынь [9].

Поверхность степной зоны осложнена комплексом разнообразных форм рельефа с общим понижением с севера на юг: овраги, блюдцеобразные понижения и западины, ильмени, соленые озера. Древесная растительность бедна и представлена отдельными деревьями. Травостой в степи редкий и низкий [10].

Южные и Заволжские районы (Палласовский район) относятся к Прикаспийской провинции светло-каштановых и бурых почв полупустыни. Обилие тепла при недостаточном уровне увлажнения (коэффициент — 0,6...0,3 [11]) способствовало формированию ксерофитных степей на каштановых почвах [12]. Легкие по механическому составу почвогрунты создают на территории области очаговые зоны повышенной интенсивности пылеобразования [5].

Природная пыль образуется в результате ветровой эрозии, при которой происходит разрушение почвенного покрова и перенос микрочастиц. В двух зонах Палласовского (озеро Эльтон) и Ленинского (поселок Заря) районов Волгоградской области были проведены серии отбора проб в разный период времени и при различных климатических условиях для определения фракционного состава. Дисперсный состав пыли в воздушной среде производства строительных материалов также исследован в Волгоградской области [14]. Интегральные функции распределения частиц по эквивалентным диаметрам в вероятностно-логарифмической сетке представлены на рис. 2 и 3 [13].

Полученные интегральные функции подчиняются усеченному логарифмически нормальному закону, а для частиц менее 10 мкм — закону логарифмически нормальному. Размеры частиц в районе Эльтонской степи не превышают 50 мкм, в зоне поселка Заря — 60 мкм. При изменении сезонных климатических факторов (температура, влажность) содержание мелкодисперсных частиц в воздушной среде уменьшается.

В настоящее время загрязнение атмосферного воздуха населенных пунктов природной пылью не учитывается при расчете фоновых концентраций. Фоновые концентрации определяются для каждого конкретного объекта проектирования, при этом учитываются место расположения объекта, особенности источников выбросов промышленных предприятий и транспорта, климатические условия распространения примесей в данном физико-географическом районе [15].

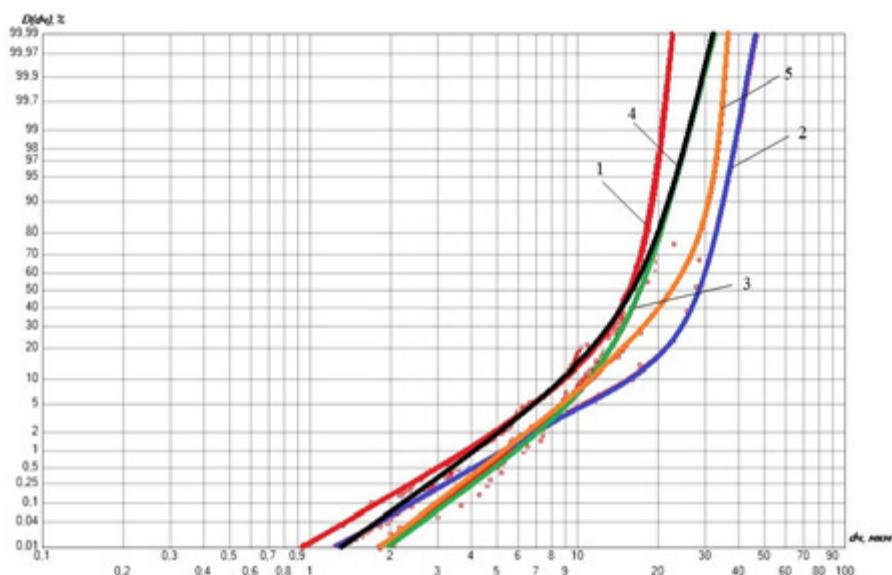


Рис. 2. Интегральная функция распределения массы частиц пыли по эквивалентным диаметрам в зоне озера Эльтон:
 1 — август 2020 г.; 2 — декабрь 2020 г.; 3 — август 2021 г.;
 4 — сентябрь 2021 г.; 5 — октябрь 2021 г.

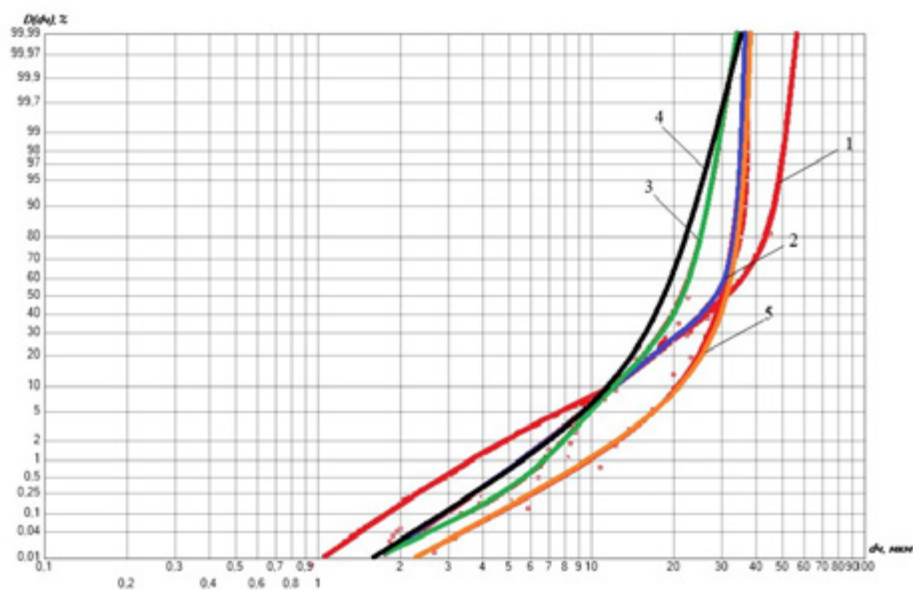


Рис. 3. Интегральная функция распределения массы частиц пыли по эквивалентным диаметрам в зоне поселка Заря:
 1 — август 2020 г.; 2 — декабрь 2020 г.; 3 — август 2021 г.;
 4 — сентябрь 2021 г.; 5 — октябрь 2021 г.

Расчеты фоновых концентраций производятся в соответствии с ч. 1 п. 9.8 РД 52.04.186—89, РД 52.04.667—2005 и методами расчета рассеивания выбросов вредных (загрязняющих) веществ в атмосферном воздухе, утвержденными приказом Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации от 6 июня 2017 года № 273 [16—18].

Для городов с численностью менее 250 тысяч человек и без стационарных постов наблюдения за состоянием окружающей среды значения фоновых и долгопериодных средних концентраций взвешенных веществ (пыль), в

соответствии с временными рекомендациями и РД 52.04.186-89, следует принимать как ориентировочные. Но в связи с тем, что территория России огромная и у каждого города и населенного пункта свои физико-географические, климатические и другие особенности, необходимо в каждом случае проводить индивидуальные расчеты с учетом особенностей данного города.

Для южных и восточных городов Волгоградской области при проектировании, размещении объектов хозяйственной деятельности, расчете нормативов предельно допустимых выбросов необходимо учитывать близость степной и полупустынной территории как источника образования мелкодисперсной природной пыли. Если при расчетах загрязнения атмосферного воздуха учтены не все источники выброса, то результаты расчета должны быть откорректированы. При наличии требуемых данных количественный вклад, не включенный в расчеты, может быть учтен путем проведения сводного расчета загрязнения атмосферного воздуха.

Библиографический список

1. Укарханова Д. Т., Московченко Д. В., Юртаев А. А. К вопросу об изучении пылевидных образований в городских экосистемах // Бюллетень Почвенного института имени В. В. Докучаева. 2020. Вып. 104. С. 241—269.
2. Thorpe A., Harrison R. M. Sources and properties of non-exhaust particulate matter from road traffic: A review // Science of the Total Environment. 2008. V. 400. Pp. 270—282.
3. Обзор состояния и загрязнения окружающей среды в РФ за 2021 год / под ред. Г. М. Черногаевой, Л. Р. Журавлевой, Ю. А. Малеванова и др. Ижевск : Принт, 2022. 220 с.
4. Обзор фонового состояния окружающей природной среды на территории стран СНГ за 2020 год / под ред. Г. М. Черногаевой. М. : Росгидромет, 2021. 103 с.
5. О состоянии окружающей среды Волгоградской области в 2021 году : доклад / под ред. Е. П. Православной. Волгоград : ТЕМПОРА, 2022. 300 с.
6. Прогноз погоды [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.rp5.ru>, свободный (дата обращения: 1.11.2022).
7. Проверка выполнения закона Вейбулла для различных направлений ветра, характерных для линейного города Волгограда / Ю. П. Иванова, Е. В. Соколова, А. А. Сахарова и др. // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Строительство и архитектура. 2020. Вып. 3(80). С. 134—141.
8. Голдаев С. В., Радюк К. Н. Проверка с помощью критерия Пирсона статистической гипотезы о распределении генеральной совокупности по закону Вейбулла — Гнеденко // Энергетика: экология, надежность, безопасность : материалы XX Всероссийской научно-технической конференции. Томск : Изд-во ТПУ. 2014. С. 127—130.
9. Брылев В. А., Рябинина Н. О. Природные зоны и ландшафты // Природные условия Волгоградской области. Волгоград : Перемена, 1995. С. 223—224.
10. Гаспарян А. С., Азарова М. Д. Об источниках образования природной пыли на территории полигона и ее распространении на городскую среду // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Строительство и архитектура. 2020. Вып. 4(81). С. 353—360.
11. Шумова Н. А. Количественные показатели климата в приложении к оценке гидротермических условий в республике Калмыкия // Аридные экосистемы. 2021. № 4(89). С. 13—24.

12. *Коняшин М. С., Рябинина Н. О.* Климат Волгоградской области и особенности его формирования // Вопросы степеведения. 2011. Вып. 9. С. 78—81.
13. Анализ характеристик пыли природного происхождения степной зоны Волгоградской области / А. С. Гаспарян, В. Н. Азаров, И. С. Кленин и др. // Инженерный вестник Дона. 2022. № 9. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n9y2022/7892.
14. О дисперсном составе пыли в воздушной среде в производстве строительных материалов / В. Н. Азаров, Н. А. Маринин, Р. А. Бурханова и др. // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Строительство и архитектура. 2013. № 30(49). С. 256—260.
15. Фоновые концентрации вредных (загрязняющих) веществ для городских и сельских поселений, где отсутствуют регулярные наблюдения за загрязнением атмосферного воздуха на период 2019—2023 гг. : временные рекомендации от 15 августа 2018 г.
16. Методы расчета рассеивания выбросов вредных (загрязняющих) веществ в атмосферном воздухе : приказ М-ва природных ресурсов и экологии Российской Федерации от 6 июня 2017 года № 273.
17. Документы о состоянии загрязнения атмосферы в городах для информирования государственных органов, общественности и населения. Общие требования к разработке, построению, изложению и содержанию : РД 52.04.667—2005. М. : Метеоагентство Росгидромета, 2006. 53 с.
18. Руководство по контролю загрязнения атмосферы : РД 52.04.186—89. М. : Финансы и статистика, 1991. 694 с.

Г. А. Дикарев

*Волгоградский государственный технический университет,
Волгоград, Российская Федерация*

ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ ЗЕЛЕННЫХ СТАНДАРТОВ В ЖИЛИЩНОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ

Рассмотрены вопросы, связанные с перспективой развития и применения зеленых стандартов в жилищном строительстве, а также их влияние на окружающую среду.

Ключевые слова: зеленые стандарты, экологическое строительство, устойчивое развитие, качество жизни.

Устойчивое развитие — это такое развитие экономики, общества и технологий, при котором качество жизни человека повышается, а негативное воздействие на окружающую среду минимизируется. При этом данное понятие включает три составляющих элемента: экологическое, социальное и экономическое [1].

Качество жизни человека однозначно зависит от эффективности работы строительной отрасли, так как созданная ей искусственная среда напрямую влияет на комфортность жизни. Поэтому в строительстве была введена сертификация, которая является важным инструментом для оценки экологичности как отдельных строений, так и комфортности городской среды в целом. Одной из ее разновидностей являются так называемые зеленые стандарты.

Зеленые стандарты призваны ускорить переход от традиционного проектирования и строительства зданий и сооружений к устойчивому. При этом учет экологических стандартов во многих странах является обязательным условием для оценки качества объекта. Примерами наиболее значимых на сегодняшний день систем зеленых стандартов в мире являются BREEAM (Building Research Establishment Environmental Assessment Method, утвержден в Великобритании в 1990 г.), LEED (The Leadership in Energy and Environmental Design, в США, 1998 г.), SB-Tool (в Канаде, 2007 г.), DGNB (Deutsch Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen, в Германии, 2009 г.), Green Star (в Австралии, 2003 г.).

Под критериями экологических стандартов понимают систему признаков, на основании которых производится оценка, определение или классификация экологических систем, процессов и явлений. В данные критерии оценки здания входит множество разнообразных требований, начиная с экологичности используемых при строительстве материалов, оценки потребления энергоресурсов и воды и заканчивая его расположением в населенном месте и создания благоприятных условий для жителей. Иначе говоря, здания, сооружения, любая хозяйственная деятельность человека должна находиться

в гармонии с природой. Об этом свидетельствует определение зеленого строительства [2, 3].

Внедрение стандартов, способствующих улучшению состоянию окружающей среды, имеет ряд преимуществ как для окружающей среды, так и для здоровья и качества жизни общества и экономики в целом.

У России с 2011 года реализуется программа добровольной сертификации объектов недвижимости «Зеленые стандарты». Согласно ей, любой объект оценивается по определенной балльной системе, включающей в себя определенный ряд выделенных показателей и критериев. Результатом оценки является присвоение одного из четырех возможных сертификатов: бронзовый — от 35 до 44 баллов, серебряный — от 45 до 54 баллов, золотой — от 55 до 69 баллов, платиновый — от 70 до 90 баллов.

С 2014 года действует российский стандарт GREEN ZOOM, который содержит в себе экологические рекомендации по уменьшению загрязнения окружающей среды, потребления энергии и в целом негативного воздействия хозяйственной деятельности человека на экологическую обстановку в стране.

Правительством утверждены новые требования к энергоэффективности зданий, а именно вывод неэнергоэффективных и изношенных зданий. Распоряжение предписывает установить жесткие требования по энергоэффективности новых жилых, общественных и промышленных зданий. Данные требования способствуют развитию и распространению зеленых стандартов в жилищном строительстве.

Кроме этого, с 1 ноября 2022 года в России начал действовать национальный стандарт зеленого строительства многоквартирных жилых домов. Новый стандарт ГОСТ Р утвержден Федеральным агентством по техническому регулированию и метрологии (Росстандарт), совместно разработан Минстроем и «Дом. РФ». Зеленый стандарт включает в себя 81 критерий, а для признания новостройки соответствующей ему необходимо достижение минимум 16. В ближайшее время на соответствие новому стандарту будет запущена оценка как введенного в эксплуатацию, так и строящегося жилья. Первые сертификаты соответствия могут быть выданы уже 2022 г. [3].

Опираясь на опыт зарубежных стран, можно сказать, что данное нововведение в России является как никогда актуальным в связи с тем, что в нашей стране достаточное количество многоквартирных домов не соответствуют не только нормам зеленого стандарта, но и ранее принятым ГОСТам. А ведь качество, надежность и безопасность строительных объектов являются важными факторами для определения комфортности созданной строителями искусственной среды, причем это относится к строительным объектам любого функционального назначения.

Исходя из вышесказанного, можно сделать вывод о том, что внедрение зеленого стандарта обеспечивает наиболее эффективные средства для достижения ряда глобальных целей, таких как решение проблем, связанных с изменением климата, создание устойчивых и процветающих сообществ

и стимулирование экономического роста. Во всем мире появляется все больше свидетельств данному прогрессу. Ведь давно известно, что благополучие и процветание любого государства зависит от грамотного отношения к окружающей среде и потребляемым ресурсам. Ни одна цивилизация не может долго существовать без благоприятных на то условий и необходимых ресурсов.

Библиографический список

1. *Коростелева М. В., Коростелева Н. В.* Обеспечение устойчивого развития городских округов: правовые и архитектурно-планировочные аспекты // Новая правовая мысль. 2017. № 1(68). С. 4—7.

2. *Лапина О. А., Лапина А. П.* Энергоэффективные конструктивные системы // Инженерный вестник Дона. 2015. № 1 (ч. 2).

3. *Ремизов А. Н., Ладыгина О. М.* Стимулируем зеленое строительство // Жилищное строительство. 2014. № 3. С. 35—38.

4. *Агапова К.* Сертификация зданий по стандартам LEED и BREEAM в России // Здания высоких технологий. 2013.

А. В. Иванова

Научный руководитель — О. С. Власова

*Волгоградский государственный технический университет,
Волгоград, Российская Федерация*

АНАЛИЗ ПРИЧИН ВОЗНИКНОВЕНИЯ АВАРИЙ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ ПО ХРАНЕНИЮ И ПЕРЕРАБОТКЕ ЗЕРНА

Рассматриваются основные причины возникновения аварий на предприятиях по хранению и переработке зерна, приводится анализ распределения первичных пылевых взрывов по месту возникновения и анализ аварий, связанных с эксплуатацией опасных объектов элеватора.

Ключевые слова: элеватор, авария, пожаровзрывоопасные вещества, пылегазовоздушные смеси, самосогревание, хранение и обработка зерна, опасный объект.

В процессе жизнедеятельности человек постоянно подвержен воздействию различных опасностей, явлений, способных в определенных условиях наносить ущерб здоровью человека непосредственно или косвенно, тем самым вызывая при этом различные нежелательные последствия. И элеватор не исключение.

Элеватор является технологическим комплексом, предназначенным для хранения и подготовки зерна. В элеватор входит несколько сооружений, таких как главное здание, силосные корпуса, механизмы погрузки и выгрузки зерна, зерносушилки и транспортеры, сооружения для взвешивания и химической обработки зерна.

Основной задачей элеватора является безопасное хранение урожая зерновых культур. В процессе хранения предпринимаются действия как для достижения зерном оптимального состояния (нужной степени зрелости и наличия определенного процента влаги), так и для предотвращения порчи зерна в результате высоких или низких температур, избыточной влажности, поражения микроорганизмами и т. д.

Поступление и вывоз зерна из элеватора осуществляются автомобильным, железнодорожным и, в некоторых случаях, водным транспортом. Большое количество механизмов, электрооборудования и пожарная опасность обращающихся в технологическом процессе веществ, прежде всего зерна и зерновой пыли, определяют высокую пожаро- и взрывоопасность элеваторов.

Непонимание этого как при проектировании, так и при эксплуатации мукомольных, комбикормовых заводов, элеваторов приводит к тяжелым авариям.

Авария — разрушение сооружений и (или) технических устройств, применяемых на опасном производственном объекте, неконтролируемые взрыв и (или) выброс опасных веществ.

Рассмотрение состава компонентов организации позволяет выделить ряд групп, которые могут инициировать чрезвычайные ситуации (ЧС) на элеваторе:

первая группа: норрии, силосы, бункеры, зерносушилки, воздухопроводы (аспирационные, пневмотранспорт), галереи, конвейеры, материалопроводы;

вторая группа: приемное устройство жидкого топлива из цистерн, котельная подсобного корпуса, склады пожаровзрывоопасных веществ (мест хранения горюче-смазочных материалов (ГСМ)), аварийно-химических опасных веществ (АХОВ).

В первой группе компонентов в процессе транспортировки, переработки имеет место пылевыведение от технологического оборудования и пылеоседание в производственных помещениях. Кроме того, при хранении зерна возможно выделение горючих и токсичных газов. Таким образом, возможно образование пылегазовоздушных смесей с последующим их воспламенением и взрывами.

Источниками зажигания пылевоздушных и пылегазовоздушных смесей в условиях производства могут быть:

1) электродуга, факел газовой горелки, искры, капли расплавленного металла, раскаленные поверхности элементов конструкций — при проведении электросварочных, газосварочных или других огневых работ;

2) раскаленные поверхности элементов конструкций, искры от удара или трения, очаги тлеющего или горящего продукта, тлеющие или горящие элементы конструкций — в неисправном технологическом или транспортном оборудовании, при попадании в оборудование металлических или других искрообразующих предметов; искры от неисправного электрооборудования;

3) очаги самовозгорания сырья и продукции;

4) высокотемпературные агенты сушки зерна, очаги загорания в зерносушилках;

5) разряды статического электричества;

6) раскаленные поверхности, пламя или искры от привнесенных источников (открытое пламя или раскаленные поверхности осветительных или нагревательных приборов, самовоспламенение промасленной ветоши, курение и т. д.).

Зерно, зернопродукты, комбикормовое сырье, другие мелкодисперсные органические материалы, хранящиеся в силосах, вследствие протекающих в них биологических процессов и плохой теплопроводности способны самоогреваться. Самоогревание — следствие жизнедеятельности микроорганизмов в условиях теплоизоляции, которая обеспечивается окружающим слоем продукта с низкой теплопроводностью. Физиологическая основа самоогревания — дыхание живых компонентов зерновой массы, в результате которого выделяется значительное количество теплоты. В результате этого температура слоя продукта может повыситься до 65...75 °С и развиваться процесс теплового самоогревания, при котором источниками выделения

теплоты являются активные окислительные процессы продуктов саморазложения вещества. Процесс самосогревания может привести к загоранию сырья. Теплота из очага самосогревания распространяется на соседние участки массы, что способствует активизации биологических и окислительных процессов и теплообразованию [3].

Если не принять своевременных мер для прекращения процесса, то вся масса сырья может оказаться в греющем состоянии. На отдельных участках возможно активное горение продукта, где отвод теплоты особенно ограничен и скопились сорные примеси. Рассчитывать на прекращение процесса самосогревания под влиянием изменения внешней температуры нельзя. Самосогревание, не прекращенное своевременно, приводит к полной потере продовольственной ценности продукта, а в отдельных случаях — к возникновению очагов горения.

Горение, возникшее в массе продукта, особенно в силосе, при условиях затрудненного поступления воздуха идет медленно. Локализация очага самовозгорания теплоизоляционным слоем продукта и стенами силоса способствует сохранению выделяющейся теплоты. В этих условиях образуется устойчивый процесс медленного тления.

Практически все перечисленные причины могут при определенных условиях приводить к возникновению первичного взрыва в нориях. Неэффективные механические средства взрывозащиты норий или их отсутствие приводят к развитию первичных пылевых взрывов в нориях и к серьезным авариям с тяжелыми последствиями.

Большая часть производственного оборудования, сооружений и помещений элеваторов, мукомольных и комбикормовых заводов связана между собой технологическими и транспортными коммуникациями, аспирационными, вентиляционным и воздушными отопительными сетями, переходными галереями, тоннелями, лестничными клетками, шахтами, технологическими проемами и т. д. Поэтому отдельная вспышка взрывоопасной смеси, локальный одиночный взрыв могут развиваться в серию последовательных мощных пылевоздушных взрывов, распространяющихся по производственному оборудованию, сооружениям и помещениям всего предприятия [2].

Распределение первичных взрывов по участкам производства и оборудованию показывает, что наиболее взрывоопасные из сооружений — бункера и силосы для кратковременного или длительного хранения зерна, мелкодисперсного сырья и продукции (табл. 1). При загрузке и гравитационной разгрузке этих бункеров, силосов в их свободных объемах образуется аэрозоль, способная воспламениться и гореть. На стенках бункеров и силосов может оседать и накапливаться в значительных количествах мелкодисперсная сухая пыль, которая при внешних возмущениях быстро переходит во взвешенное состояние, создавая взрывоопасную пылевоздушную смесь. При увлажнении, самосогревании и самовозгорании сырья в силосах могут образовываться взрывоопасные газовоздушные и гибридные смеси [1].

Таблица 1

Распределение первичных пылевых взрывов
на предприятиях по хранению и переработке зерна по месту возникновения

Место возникновения взрыва	Число взрывов от общего числа, %
Силосы и бункера	47,7
Нории и конвейеры	21,0
Аспирационные системы, пневмотранспорт	6,7
Дробилки, вальцовые станки	4,1
Зерносушилки	6,1
Производственные и другие помещения	4,6
Не установлено	6,7

Во второй группе элементов сосредоточены пожаровзрывоопасные вещества. К чрезвычайным ситуациям, которые могут возникнуть при эксплуатации опасных объектов элеватора, относятся (табл. 2):
взрыв природного газа в помещениях котельных;
взрыв природного газа в топке котлов;
взрыв природного газа при разгерметизации внешнего газопровода;
взрыв топливно-воздушной смеси (ТВС) при разгерметизации резервуаров хранения бензина, дизельного топлива на складах ГСМ элеватора;
взрыв пылегазовоздушных смесей в помещениях и оборудовании рабочего здания, силосных корпусов.

Таблица 2

Причины возникновения аварий при эксплуатации опасных объектов

Причины аварий	Число взрывов от общего числа, %
Внешние опасные факторы (в 46 % случаях)	
Механическое повреждение газопроводов вследствие воздействия посторонних лиц и организаций	28
Механическое повреждение газопроводов автотранспортом	3
Повреждение газопроводов в результате природных явлений	12
Иные причины	3
Внутренние опасные факторы (в 39 % случаях)	
Коррозионное повреждение газопроводов	9
Утечка газа и выход из строя оборудования	12
Разрыв сварного стыка	3
Неисправность оборудования	9
Иные причины	6
Ошибки персонала (в 15 % случаях)	
Взрывы при розжиге газоиспользующих установок и неисправность оборудования котла	3
Утечка газа и выход из строя оборудования	12

Ниже приведено распределение причин взрывов в целом на предприятиях по хранению и переработке зерна (табл. 3).

Таблица 3

Причины возникновения аварий на предприятиях по хранению и переработке зерна

Причины аварий	Число взрывов от общего числа, %
Несовершенство, неисправности, нарушения правил эксплуатации технологического оборудования	27,7
Самовозгорание сырья и готовой продукции в силосах и бункерах	22,5
Проведение огневых работ с нарушением правил их проведения	20,0
Несовершенство, неисправности, нарушения правил эксплуатации зерносушильного оборудования	6,7
Работа электроустановок с нарушением правил их эксплуатации, неисправности электрооборудования	6,7
Нарушения общего противопожарного режима	3,6
Неустановленные причины	12,8

Таким образом, взрывы на предприятиях по хранению и переработке зерна происходят по причине несовершенства, неисправности, нарушения правил эксплуатации технологического оборудования и самовозгорания сырья и готовой продукции в силосах и бункерах.

Анализ аварий, связанных с пылевоздушными взрывами, показывает, что в большинстве случаев место возникновения первоначального взрыва или вспышки — технологическое, транспортное или аспирационное оборудование, а также силосы и оперативные бункера. Только в нескольких случаях первоначальная вспышка возникла непосредственно в производственном помещении.

Наиболее характерно начало развития взрыва, при котором воспламенение взрывозвеси происходит в замкнутом объеме и сопровождается повышением давления, температуры и последующим воспламенением пылевидных продуктов, зерна, мелкодисперсных компонентов комбикормов или промежуточных продуктов измельчения в трубопроводах и оборудовании.

Чрезвычайные ситуации, связанные с эксплуатацией опасных объектов элеватора, происходят в основном по причине внешних и внутренних опасных факторов, лишь небольшая часть аварий происходит в связи с нарушением требований организации производства опасных работ.

Библиографический список

1. Об утверждении Руководства по безопасности «Методические основы по проведению анализа опасностей и оценки риска аварий на опасных производственных объектах»: приказ Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от 11.04.2016 № 144.
2. О промышленной безопасности опасных производственных объектов : Федеральный закон от 21.07.1997 № 116-ФЗ.
3. Пожарная безопасность технологических процессов : ГОСТ Р 12.3.047—2012.

А. В. Иванова

Научный руководитель — О. С. Власова

*Волгоградский государственный технический университет,
Волгоград, Российская Федерация*

ФАКТОРЫ И УСЛОВИЯ ВОЗНИКНОВЕНИЯ ПЫЛЕВОГО ВЗРЫВА

Рассматриваются факторы и условия, способствующие развитию и распространению пылевого взрыва на предприятиях по хранению и переработке зерна, производстве муки и комбикормов.

Ключевые слова: зерновая пыль, пылевой взрыв, взрывоопасная концентрация пыли.

Пылевой взрыв, помимо пожаров, возгораний и задымлений, является страшным последствием наличия зерновой пыли.

Настоящему риску подвержены все предприятия по хранению и переработке зерна, производстве муки и комбикормов, независимо от размера, типа, конструкции зданий и сооружений.

Ежедневно элеваторы, предприятия со складами напольного хранения, комбикормовые заводы и мельницы, мелкие перевалочные зерновые пункты и огромные портовые терминалы подвержены риску полного разрушения в результате пылевого взрыва или пожара.

Зерновая пыль, источником которой является трение зерен друг о друга во время любого перемещения, при минимальной концентрации в воздухе обладает более разрушительной силой, чем динамит. Пылевой взрыв внутри замкнутого пространства создает избыточное статическое давление, в 12,5 раз превышающее точку разрушения железобетонной плиты [4].

Пылевой взрыв представляет собой практически мгновенное возгорание мелких частиц зерновой пыли, приводящее к резкому росту температуры и давления.

Все перечисленные ниже факторы присутствуют в любом зернохранилище или на перерабатывающем предприятии:

- 1) достаточное количество воздуха;
- 2) повышенная запыленность помещений (зерновая пыль, осевшая на полу, оборудовании, приставшая к стенам или залегшая в самотечных трубах, внутри конвейеров и норий);
- 3) при работающем оборудовании есть некоторая взвесь зерновой пыли в воздухе, особенно в зонах приемки, перемещения или переработки зерна;
- 4) наличие связи между отдельными технологическими аппаратами, помещениями и зданиями;
- 5) присутствие мелкодисперсного продукта в магистралях;

б) источники возгорания (короткое замыкание, статическое электричество, перегрев подшипника, сход ленты, засыпанная нория, сварочные работы, резка металла и т. д.) [1].

Нижний порог взрывоопасной концентрации зерновой пыли в воздухе составляет 40 г/м^3 . Такое количество пыли едва сможет покрыть площадь в 1 м^2 , при этом любая более высокая концентрация пыли в воздухе обладает еще более мощным взрывным потенциалом [3].

Взрывоопасность пыли зависит от ее концентрации, размера и состава частиц, влажности и температуры и влажности окружающей атмосферы.

Концентрация пыли. Рассмотрим облако пыли с частицами различных размеров, находящимися на различных расстояниях. Если некоторые из этих частиц загорятся, то должно выделиться и передаться соседним частицам достаточное количество тепла, чтобы их температура поднялась выше температуры воспламенения и была обеспечена достаточная энергия для загорания. Чем выше концентрация, тем более эффективна теплопередача и, следовательно, распространение горения от одной частицы к другой. Взрыв может распространяться только в том случае, если концентрация пыли в облаке находится между нижним и верхним пределами взрывоопасной концентрации.

Размер частиц. Теплота, образуемая частицей, зависит от ее размера, и для различных зерновых пылей этот размер изменяется. Тонкая пыль более взрывоопасна и воспламеняется легче. Исследования показали, что чем меньше частицы пыли, тем больше ее удельная поверхность, больше интенсивность контакта между частицами пыли во взвешенном состоянии и окружающим воздухом и более сильным будет взрыв.

Состав частиц. Обычно состав частиц пыли идентичен составу перерабатываемого или транспортируемого зерна. На практике частица зерновой пыли содержит много типов молекул с различной теплотой сгорания. Изменения могут быть обусловлены различиями в оборудовании для выделения пыли, типами перерабатываемого зерна и другими факторами.

Химический состав частиц, связанный с характеристиками реакции горения, определяет минимальную температуру зажигания и минимальную энергию воспламенения пыли.

Влажность частиц пыли. По-видимому, влажность может быть очень важным параметром взрывоопасности зерновой пыли с двумя значительными последствиями, а именно с повышением минимальной энергии зажигания и повышением минимальной взрывоопасной концентрации. Тепловая энергия, передаваемая влажной частице, сначала расходуется на повышение температуры зерна и влаги.

При достижении точки кипения воды дополнительная тепловая энергия будет использоваться для превращения влаги в пар и выделения пара из частицы. Дополнительная тепловая энергия будет в таком случае только повышать температуру компонентов зерна, возможно до воспламенения. Чем больше влаги содержит пыль, тем меньше вероятность ее взрыва. Зерновая пыль с влажностью 14 % и более трудно воспламеняется.

Температура и влажность окружающей среды. Для частиц пыли, находящихся в атмосфере во взвешенном состоянии в течение достаточно продолжительного времени, устанавливается равновесие между влажностью пыли и относительной влажностью атмосферы. Чем выше температура атмосферы и относительная влажность, тем выше, вероятно, будет влажность зерновой пыли.

Водяной пар в воздухе повышает теплопроводность, которая может улучшить теплопередачу от одной частицы к другой. Водяной пар также повышает электропроводность атмосферы. Заряды статического электричества, накапливаемые на любой поверхности или предмете, будут рассеиваться более быстро в более проводящей, влажной атмосфере, чем в менее проводящей, более сухой атмосфере [2].

К условиям возникновения взрыва также необходимы некоторые дополнительные факторы:

1. Горючее (пыль) должно быть хорошо смешано с окислителем. Лабораторные эксперименты показали, что чем интенсивнее перемешивание пыли с воздухом, тем сильнее взрыв. Два фактора влияют на силу взрыва — максимальное давление взрыва и максимальная скорость повышения давления.

Повышение давления — результат внезапного образования газа в процессе химической реакции и выделения при этом тепловой энергии.

2. Смесь должна находиться в замкнутом или ограниченном объеме. Если облако пыли находится в замкнутом объеме, возникающее при взрыве давление будет возрастать, увеличивая тем самым разрушения.

Таким образом, факторами, способствующими развитию и распространению пылевого взрыва, являются повышенная запыленность помещений; наличие развитой связи между технологическими аппаратами, сооружениями, присутствие мелкодисперсного продукта в магистралях и коммуникациях; наличие взвеси зерновой пыли в воздухе; источник возгорания.

Взрывоопасность пыли зависит от ее концентрации, размера и состава частиц, влажности и температуры и влажности окружающей атмосферы.

Библиографический список

1. Васильев В. Я., Семенов Л. И. Взрывобезопасность на предприятиях по хранению и переработке зерна. М. : Колос, 1983.
2. Безопасность жизнедеятельности / Под ред. З. Л. Арустамова. М. : ИД «Дашков и К», 2001.
3. Комков Б. Д., Галкина А. В., Теплов А. Ф. Справочник по охране труда на хлебоприемных и зерноперерабатывающих предприятиях. М. : Колос, 1981.
4. Теплов А. Ф., Галкина А. В. Справочник по охране труда на предприятиях по хранению и переработке зерна. М. : Агропромиздат, 1988.

Е. А. Калюжина, А. Б. Стреляева, В. А. Кожникова, К. В. Ларин

*Волгоградский государственный технический университет,
Волгоград, Российская Федерация*

ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ СОСТОЯНИЯ И ЗАГРЯЗНЕНИЯ ГОРОДСКОЙ СРЕДЫ МЕЛКОДИСПЕРСНОЙ ПЫЛЬЮ

Для анализа уровня загрязнения атмосферного воздуха городской среды были проведены исследования по определению дисперсного и химического состава мелкодисперсной пыли. Рассмотрены предприятия по производству строительных материалов, вносящие определенный вклад в загрязнение окружающей среды.

Ключевые слова: мелкодисперсная пыль, дисперсный анализ, источники загрязнения, запыленность воздуха.

На здоровье человека все большее влияние оказывают разные свойства и качества факторов окружающей среды, одним из которых является химический фактор, сопровождающийся выделением в атмосферу выбросов загрязняющих веществ. Следует отметить, что из воздуха загрязняющие вещества попадают в воду, почву, через продукты питания — в организм человека. Для того чтобы проанализировать экологические факторы риска, необходимо провести мониторинг.

Основной целью мониторинга является оценка состояния природной среды и прогноз изменения этого состояния при изменении масштабов и видов техногенного воздействия, что позволит установить источник загрязнения и локализовать его, оценить эффективность используемого метода или природоохранных мероприятий [1].

Исследования проводились в г. Михайловке Волгоградской области. Место исследования выбрано не случайно, поскольку по его территории протекает река Медведица, здесь располагаются живописные озера и леса, находятся 4 особо охраняемые территории, а также расположено три источника подземных вод различного назначения. Городской округ город Михайловка является одним из крупнейших производителей сельскохозяйственной продукции в регионе, также на его территории расположены промышленные объекты. В пределах городского округа открыто два газовых месторождения, есть месторождение сырья, пригодного для производства керамического кирпича, большие запасы песка силикатного и песка, пригодного для строительных работ. Вблизи города Михайловки открыто несколько месторождений сырья, пригодного для изготовления цемента.

Проанализировав город как промышленный объект, были выявлены основные источники загрязнения окружающей среды, которые представлены на рис. 1.

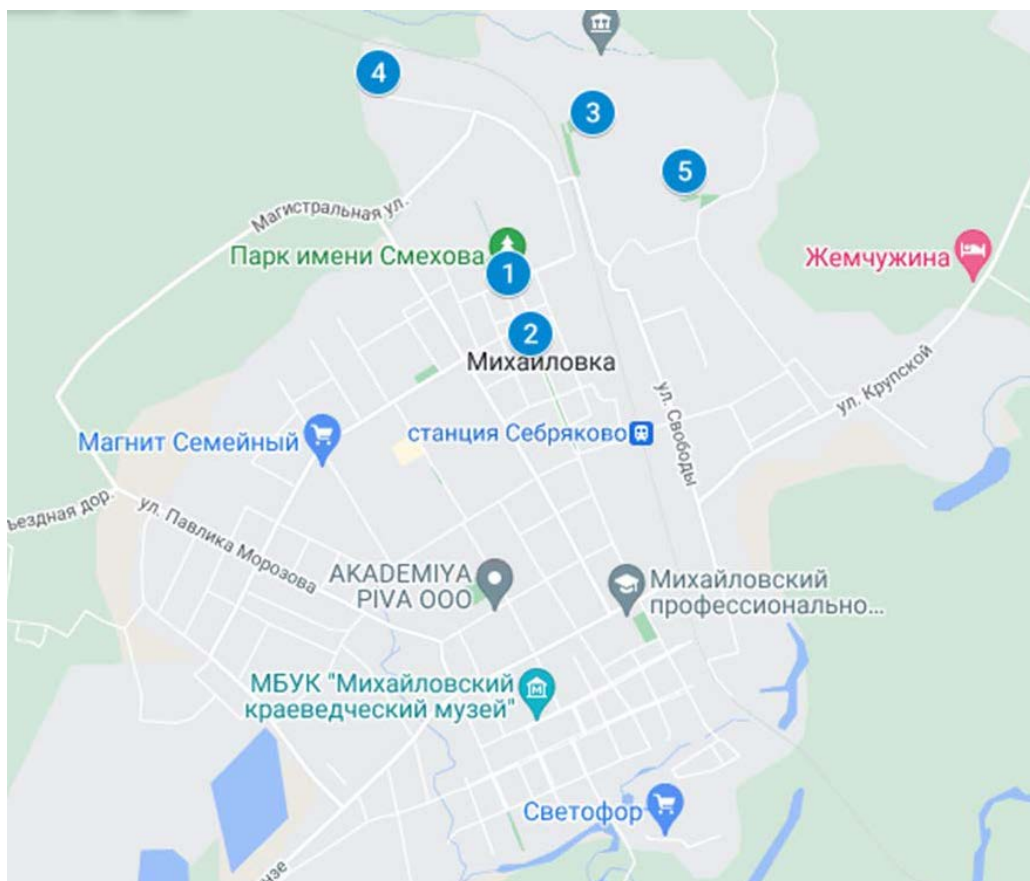


Рис. 1. Схема отбора проб в г. Михайловке: 1 — парк имени М. М. Смехова; 2 — ул. Коммуны; 3 — цементный завод АО «Себряковцемент»; 4 — ООО «Михайловский завод силикатного кирпича»; 5 — ОАО «Себряковский комбинат асбестоцементных изделий»

Эти предприятия были выбраны, поскольку они находятся вблизи рекреационной зоны — парка им. М. М. Смехова, являющимся центром культурного досуга и семейного отдыха.

В настоящее время одним из наиболее приоритетных загрязнителей является пыль. Пыль представляет собой мельчайшие твердые частицы, поднимающиеся ветром с земли, находящиеся в воздухе под воздействием воздушных течений и оседающие на поверхность земли под влиянием земного притяжения или вместе с осадками.

Влияние запыленности воздуха на здоровье и самочувствие человека может быть различным в зависимости от химического состава, происхождения, форм, размеров и плотности частиц. По характеру может быть как небольшое раздражающее воздействие, так и острое токсическое отравление.

Поэтому одним из приоритетных направлений на сегодняшний день должен стать учет загрязнения воздуха городской среды мелкодисперсными твердыми частицами. При этом важен комплексный подход к определению концентрации и дисперсного состава пыли в воздухе городской среды, для этого необходимо определение мест забора воздуха; разработка способов определения уровня содержания мелкодисперсной пыли, а также методики возможного прогнозирования уровня запыленности в зависимости от различных факторов [2].

Проведенные натурные замеры в парке и на ул. Коммуны, так как является продолжением парка, а также анализ источников образования мелко-дисперсной пыли позволили определить уровень запыленности городской среды. Метод измерения проводился по ГОСТу Р 56929—2016 «Выбросы загрязняющих веществ в атмосферу. Исследование фракционного состава пыли оптическим методом при нормировании качества атмосферного воздуха» [3]. Результаты представлены на рис. 2—5.

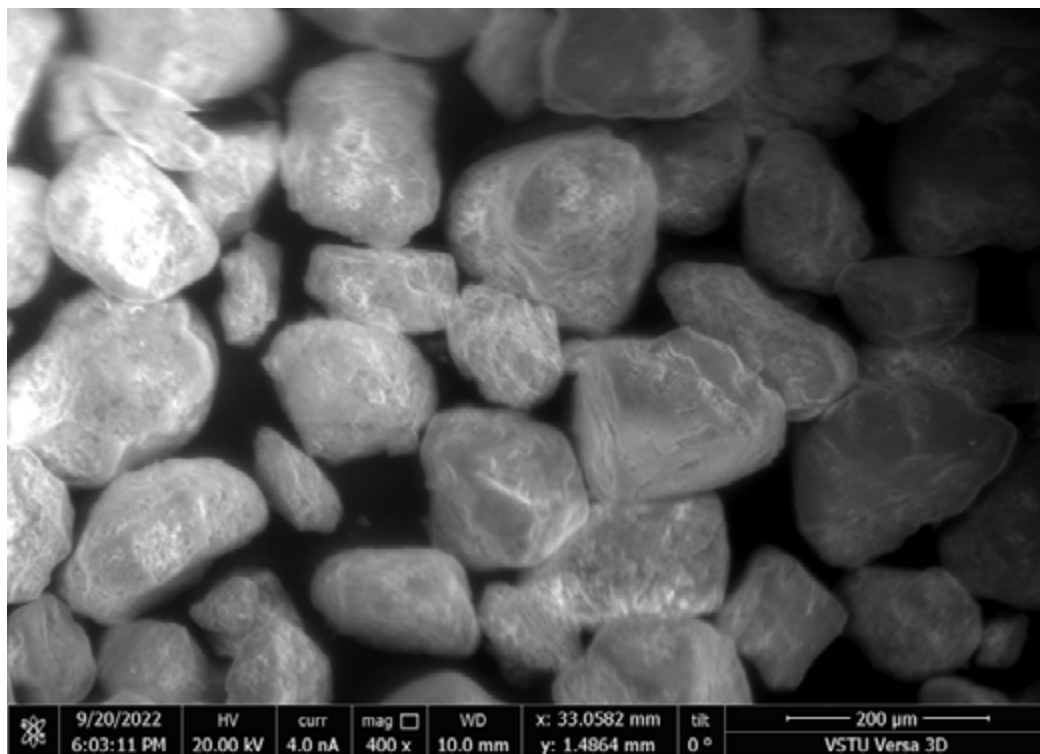


Рис. 2. Микрофотография пыли, отобранной в парке им. М. М. Смехова (г. Михайловка, Волгоградская область)

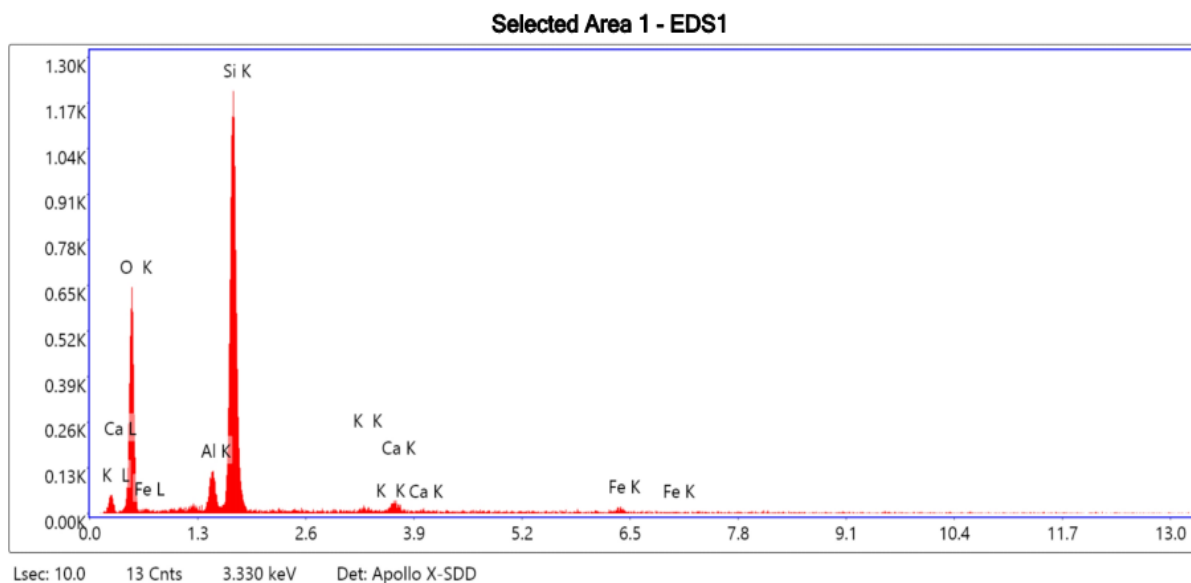


Рис. 3. Спектральный анализ образца пыли, отобранной в парке им. М. М. Смехова (г. Михайловка, Волгоградская область)

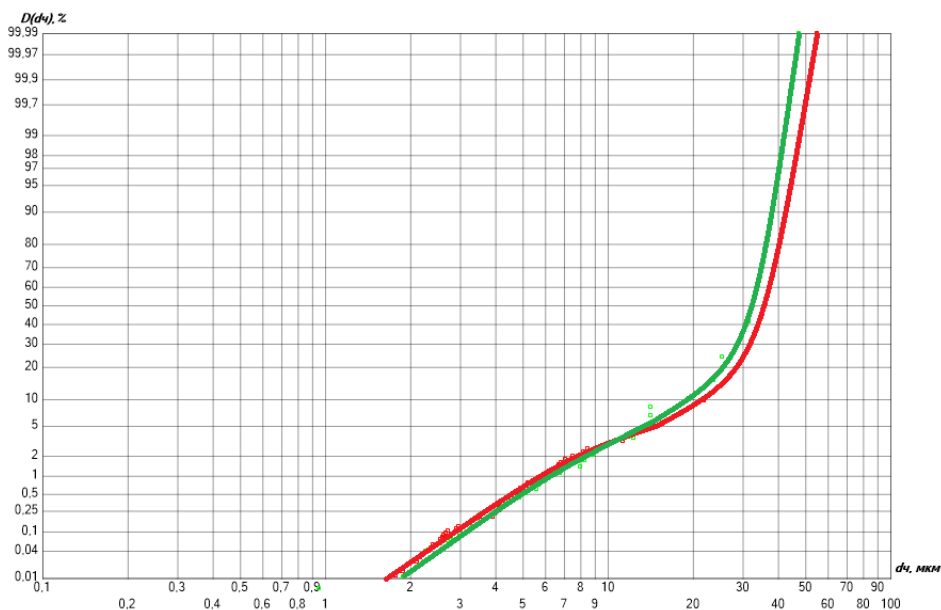


Рис. 4. Интегральные функции распределения массы частиц по диаметрам для пыли, отобранной в парке им. М. М. Смехова (г. Михайловка, Волгоградская область)

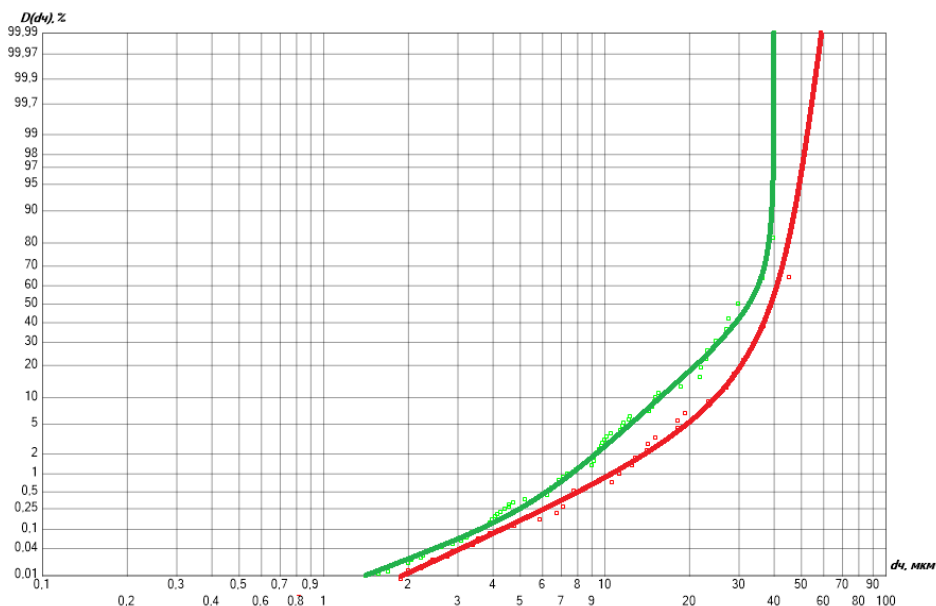


Рис. 5. Интегральные функции распределения массы частиц по диаметрам для пыли на ул. Коммуны (г. Михайловка, Волгоградская область)

Фракционный состав пыли в основном зависит от сыпучих материалов и от технологических процессов переработки основного сырья, к которым можно отнести песок и известь, добываемая с мелового месторождения, расположенного в г. Михайловке Волгоградской области. Как показывают результаты исследования, мелкодисперсная пыль в атмосферном воздухе присутствует в значительных количествах (табл. 1) [4, 5].

Если проследить жизненный цикл продукции на этих предприятиях, то можно сделать вывод, что основными выбросами загрязняющих веществ является пыль, которая, в зависимости от размера частиц и метеорологических условий, может рассеиваться на большие расстояния.

Доли мелкодисперсной пыли в воздухе городской среды

Место отбора проб	Диапазон измерения доли мелкодисперсной пыли, %	
	PM _{2,5}	PM ₁₀
Парк им. М. М. Сметова (г. Михайловка, Волгоградская область)	0,038...0,065	3,4...3,5
Ул. Коммуны (г. Михайловка, Волгоградская область)	0,025...0,4	0,9...2,6

Основной задачей исследования было показать химический состав пыли, для того чтобы определить, какое предприятие оказывает наибольшее влияние на качество атмосферного воздуха, а также провести дисперсный состав пыли, поскольку всем известно, что мелкодисперсная пыль, а именно PM₁₀ и PM_{2,5}, наиболее опасная для здоровья населения и для окружающей среды. Проведенный анализ химического состава отобранной пыли на предприятиях представлены на рис. 6—8 и сведен в табл. 2.

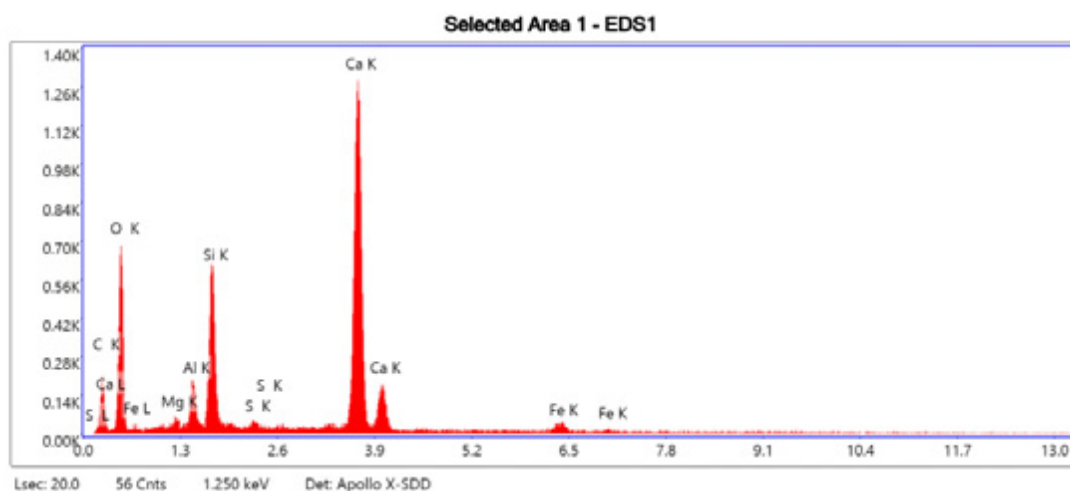


Рис. 6. Спектральный анализ образца пыли, отобранной вблизи цементного завода АО «Себряковцемент» (г. Михайловка, Волгоградская область)

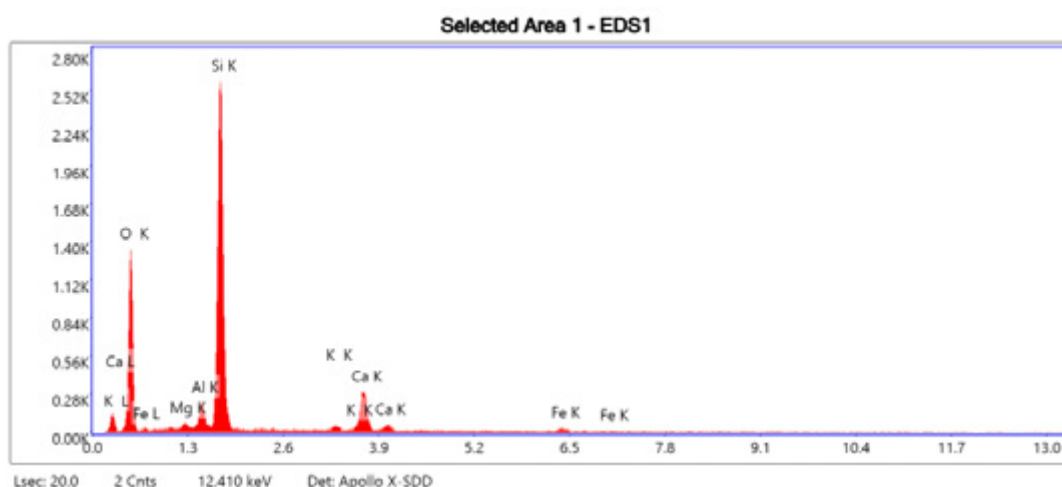


Рис. 7. Спектральный анализ образца пыли, отобранной вблизи ООО «Михайловский завод силикатного кирпича» (г. Михайловка, Волгоградская область)

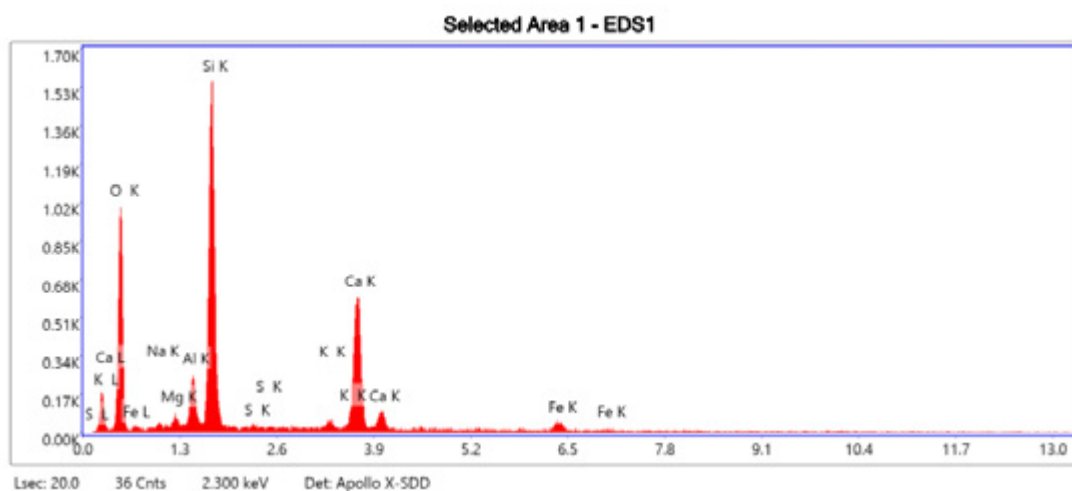


Рис. 8. Спектральный анализ образца пыли, отобранной вблизи ОАО «Себряковский комбинат асбестоцементных изделий» (г. Михайловка, Волгоградская область)

Таблица 2

Элементный состав пыли, отобранной вблизи предприятий

Элемент	Весовая доля, %			Атомная доля, %			Погрешность, %		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3
O	38,0	46,4	45,6	52,1	62,2	63,5	10,7	8,3	9,2
Mg	0,2	0,7	0,6	0,2	0,6	0,6	66,7	18,2	21,6
Al	1,9	3,0	3,4	1,5	2,4	2,8	9,5	7,3	7,4
Si	7,6	36,6	23,5	5,9	27,9	18,6	4,9	3,1	3,7
K	—	0,9	0,9	—	0,5	0,5	—	25,1	24,2
Ca	39,2	10,4	21,9	21,5	5,6	12,2	2,2	4,9	3,3
Fe	3,4	2,0	3,8	1,3	0,8	12,2	15,4	25,1	3,3
Na	—	—	0,2	—	—	0,2	—	—	88,8
S	0,3	—	0,1	0,2	—	0,1	61,5	—	87,9
C	9,4	—	—	17,2	—	—	10,8	—	—

Примечание к табл. 2: 1 — цементный завод АО «Себряковцемент»; 2 — ООО «Михайловский завод силикатного кирпича»; 3 — ОАО «Себряковский комбинат асбестоцементных изделий».

Таким образом, по проведенным исследованиям химического состава можно сделать вывод, что большой вклад в запыленности атмосферного воздуха в данной работе вносит предприятие ООО «Михайловский завод силикатного кирпича». Это показывает, что на предприятии недостаточно уделено внимание природоохранным мероприятиям. В связи с этим необходимо крупным предприятиям внедрять современные системы очистки по пылегазоулавливанию.

При выборе метода и средства очистки выбросов загрязняющих веществ, а именно мелкодисперсной пыли, необходимо особое внимание обратить на дисперсный состав пыли, поскольку эффективность существующих систем очистки в большей степени зависит от этого свойства пыли [6—8].

Поэтому актуальным является и будет являться исследование и определение дисперсного состава пыли в воздухе городской среды с целью улучшения качества жизни населения.

Библиографический список

1. *Азаров В. Н., Калюжина Е. А.* Об организации мониторинга РМ[10] и РМ[2,5] на примере г. Волгограда // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Сер.: Строительство и архитектура. 2011. Вып. 25(40). С. 398—401.
2. *Барикаева Н. С., Николенко Д. А.* Мониторинг пылевого загрязнения атмосферного воздуха городской среды на примере г. Волгограда // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Сер.: Строительство и архитектура. 2017. № 50(69). С. 182—189.
3. Методика микроскопического анализа дисперсного состава пыли с применением персонального компьютера (ПК) / В. Н. Азаров, В. Ю. Юркьян, Н. М. Сергина и др. // Законодательная и прикладная метрология. 2004. № 1. С. 46—48.
4. *Азаров В. Н.* Оценка пылевыделения из технологического оборудования // Безопасность труда в промышленности. 2003. № 7. С. 45—46.
5. Main Trends of Dust Conditions Normalizing at Cement Manufacturing Plants / Н. В. Мензелинцева, В. Н. Азаров, Н. Ю. Карапузова и др. // International Review of Civil Engineering. 2015. Vol. 6. № 6. С. 145—150.
6. Оценка эффективности системы пылеулавливания с одной ступенью очистки с вихревыми аппаратами и разделителем-концентратором / Н. М. Сергина, Р. Р. Румянцев, А. Н. Курасов и др. // Инженерный вестник Дона. 2021. № 6. 9 с. URL: <http://www.ivdon.ru/ru/magazine/archive/nby2021/7035>.
7. Dust emissions' reduction into the atmosphere by environmental-engineering systems of smallsize devices with counter-swirling flows (CSF) / Н. М. Сергина, А. А. Сахарова, В. Н. Азаров и др. // E3S Web of Conferences. Vol. 138 : International Scientific Conference "Construction and Architecture: Theory and Practice for the Innovation Development" (CATPID-2019), Kislovodsk, Russia, October 1-5, 2019 / ed. A. Mottaeva. [Published by: EDP Sciences], 2019. 6 p. DOI: <https://doi.org/10.1051/e3sconf/201913801037>.
8. *Кошкарев С. А., Азаров В. Н., Азаров Д. В.* The Decreasing Dust Emissions of Aspiration Schemes Applying a Fluidized Granular Particulate Material bed Separator at the Building Construction Factories // Procedia Engineering. Vol. 165 : 15th International scientific conference «Underground Urbanisation as a Prerequisite for Sustainable Development» (St. Petersburg, Russia, 12—15 September 2016). [Elsevier publishing], 2016. Pp. 1070—1079.

**БИОДИАГНОСТИКА ПОЧВ, ЗАГРЯЗНЕННЫХ ПОЛЛЮТАНТАМИ
ОРГАНИЧЕСКОГО И НЕОРГАНИЧЕСКОГО СТРОЕНИЯ,
ДЛЯ ИХ ЭКСПЛУАТАЦИИ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ ОБЪЕКТОВ**

При эксплуатации почв при строительстве разных объектов необходима их диагностика, т. е. оценка состава почв на содержание естественных веществ и поллютантов. В статье исследована биодиагностика светло-каштановых и аллювиальных почв, загрязненных поллютантами органического строения (нефтепродуктами) и неорганического строения (тяжелыми металлами). Биодиагностика почв приведена на примере светло-каштановых глинистой и песчаной почв г. Волжского Волгоградской области, с использованием в качестве биоиндикаторов дождевых червей рода *Lumbricus rubellus* и гриба рода *Botrytis cinerea*. При этом показатели биоиндикации загрязнения почв следующие: выживаемость (смертность) дождевых червей рода *Lumbricus rubellus*, общее микробное число светло-каштановой почвы и масса мицелия гриба рода *Botrytis cinerea*.

Ключевые слова: биодиагностика почв, светло-каштановая почва, песчаная и глинистая почвы, биоиндикаторы, дождевые черви рода *Lumbricus rubellus* и гриб рода *Botrytis cinerea*, общее микробное число почвы, масса мицелия гриба рода *Botrytis cinerea*.

Объекты и методы исследования

Объектами исследования являются светло-каштановые глинистая (АЗС № 1) и песчаная (АЗС № 3) почвы в г. Волжском. Отбор проб и подготовку почв к анализу проводили в соответствии с ГОСТ 17.4.3.01—2017. Для эксперимента с грибом рода *Botrytis cinerea* предварительно готовили водную вытяжку из двух почвенных образцов по методу Е. В. Аринушкиной согласно ГОСТ 26423—85. Валовые формы тяжелых металлов Cu, Ni, Zn (сумма TM_{Σ}) определяли рентгенофлуорисцентным методом на приборе «Спектроскан МАКС-GV» согласно ГОСТ 33850—2016. Водорастворимые формы тяжелых металлов Cu и Ni определены фотометрическим методом на приборе «Спектрофотометр UNICO 2100», Zn — флуориметрическим методом на анализаторе жидкости «Флюорат-02-3М». Содержание нефтепродуктов (НП) в почве и водной вытяжке определяли на приборе «Концентрамер КН-2М». Концентрацию органического углерода (гумуса) определяли методом И. В. Тюрина в модификации ЦИНАО на спектрофотометре СФ-14 по ГОСТ 26213—91. Данные получены нами ранее и приведены в табл. 1 и 2 [3].

В качестве одного из биоиндикаторов были выбраны красноватые дождевые черви рода *Lumbricus rubellus*, так как они чувствительны к нефтепродуктам и тяжелым металлам, типичны для зональных почв Волгоградской области и их с помощью возможно оперативно диагностировать загрязнение почв [1, 4].

Для оценки влияния нефтепродуктов и тяжелых металлов на выживаемость дождевых червей, для светло-каштановой почвы с АЗС № 1, 3, использовали 12 прозрачных пластиковых кювет объемом 500 мл, в которые помещали по 400 г светло-каштановой почвы (глинистой или песчаной), 30 мл дистиллированной воды — 1-й вариант опыта (без хитозана) и дополнительно к вышеперечисленным компонентам добавлялось 30 г хитозана — 2-й вариант опыта (с хитозаном). Опыты проводили в двукратной повторности при температуре 19...21 °С. Контроль опыта состоял из двух кювет, в которые было внесено 400 г каштановой глинистой почвы и 30 мл воды. В каждую кювету на поверхность было внесено по 10 дождевых червей (*Lumbricus rubellus*). Выживаемость определяли с учетом смертности червей во время опыта.

Вторым биоиндикатором был выбран фитопатогенный гриб рода *Botrytis cinerea*, являющийся возбудителем серой гнили на растениях. В связи с тем, что этот гриб поражает различные растения (томаты, землянику, виноград и др.) и может оказывать воздействие на почву, а также у него наблюдается хороший рост колоний в лабораторных условиях, он был принят в качестве модельной системы в молекулярной фитопатологии [2, 3, 6, 7].

Для проведения эксперимента с грибом *B. cinerea* посуду и среды стерилизовали соответственно сухим жаром и текучим паром в автоклаве при давлении 1,0 атм. Затем в колбы добавляли по 50 мл питательной среды Чапека и разные разведения из водных вытяжек двух почвенных образцов в трех кратной повторности: 10^{-2} , 10^{-3} , 10^{-4} . В качестве контроля использовалась сама питательная среда Чапека, которую вносили в количестве 50 мл в стерильных условиях. После этого готовили суспензию конидий *B. cinerea* в питательной среде, содержащую 10^3 КОЕ/мл, и добавляли 250 мкл суспензии в каждую колбу. Через 10—14 суток подсчитывали общее микробное число (ОМЧ) почвы и массу мицелия гриба и сравнивали их с контролем [5].

Результаты и их обсуждение

Биодиагностика почв с помощью дождевых червей Lumbricus rubellus

Эксперимент без хитозана. Первые 3 дня черви были живы во всех кюветах. Гибель червей в обеих исследуемых почвах началась на 4-й день: вначале умерли 2 из 10 червей. На 5-й день погибло 6 червей в песчаной почве с АЗС № 3, в глинистой почве с АЗС № 1 — 5. На 6-й день умерло 9 червей в песчаной почве с АЗС № 3, в глинистой почве с АЗС № 1 — 8. Через неделю погибли все 10 червей в опытах без хитозана (табл. 1).

Эксперимент с хитозаном. В течение недели все черви были живы. Через 31 день погибло 3 червя в глинистой почве с АЗС № 1 и 4 — в песчаной почве с АЗС № 3. В контроле погибших червей не наблюдалось в течение 31 дня (см. табл. 1).

Анализ полученных данных показывает, что содержание в почве нефтепродуктов и тяжелых металлов негативно влияет на тест-организм (*Lumbricus rubellus*). В глинистой и песчаной светло-каштановых почвах 100 % смертность отмечена на 7-й день. Хитозан эффективно снижает ток-

сичность почв, загрязненных НП и ТМ. Без внесения хитозана в почву с АЗС № 1 и с АЗС № 3 черви погибли на 7-й день, а при его внесении в почву с АЗС № 1, 3 погибло 3—4 червя через 31 день.

Таблица 1

Выживаемость дождевых червей рода *Lumbricus rubellus* в светло-каштановых почвах, загрязненных НП и ТМ, %

Время опыта, дни	Количество выживших червей								
	контроль			без хитозана			с хитозаном		
	I	II	средн.	I	II	средн.	I	II	средн.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Глинистая почва, АЗС № 1, НП = 135 мг/кг, ТМ _Σ = 188,19 мг/кг (Cu — 55,79 мг/кг; Ni — 55,34 мг/кг; Zn — 77,06 мг/кг)									
1	10	10	10	10	10	10	10	10	10
4	10	10	10	8±0,71	9±0,71	8±0,71	10	10	10
5	10	10	10	4±1,41	6±1,41	5±1,41	10	10	10
6	10	10	10	2±0,71	3±0,71	2±0,71	10	10	10
7	10	10	10	0	0	0	10	10	10
31	10	10	10	0	0	0	7±0,71	8±0,71	7±0,71
Песчаная почва, АЗС № 3, НП = 202 мг/кг, ТМ _Σ = 242,74 мг/кг (Cu — 37,33 мг/кг; Ni — 43,32 мг/кг; Zn — 162,09 мг/кг)									
1	10	10	10	10	10	10	10	10	10
4	10	10	10	9±0,71	8±0,71	8±0,71	10	10	10
5	10	10	10	5±0,71	4±0,71	4±0,71	10	10	10
6	10	10	10	2±0,71	1±0,71	1±0,71	10	10	10
7	10	10	10	0	0	0	10	10	10
31	10	10	10	0	0	0	6±0,71	7±0,71	6±0,71

Биодиагностика почв с помощью гриба рода *Botrytis cinerea*

Через 7 дней споры гриба *Botrytis cinerea* начали расти на контроле и в почве АЗС № 3. Через 14 дней выросли на остальных почвах.

Общее микробное число (ОМЧ) почвы (табл. 2)

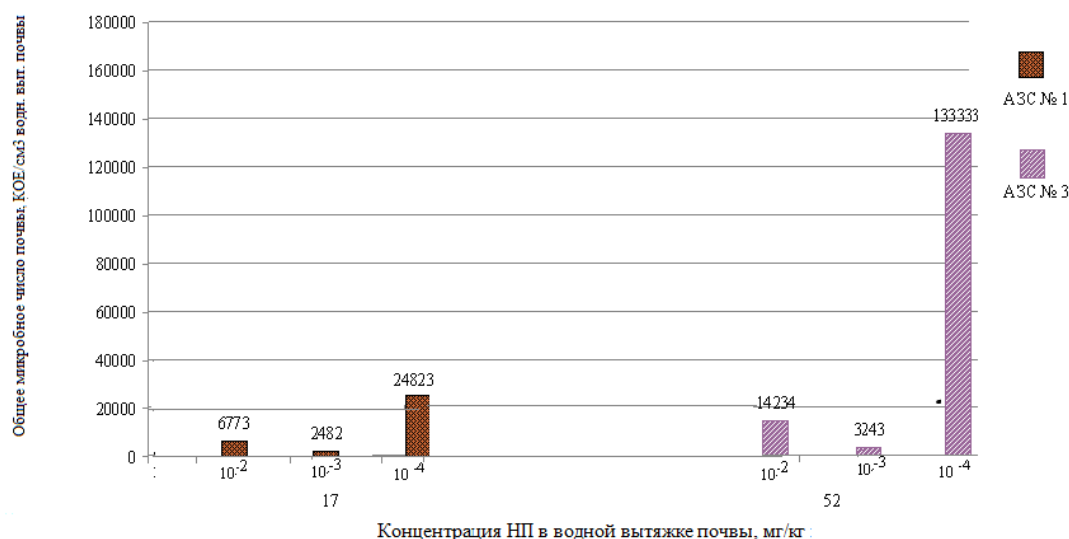
На контроле (только на питательной среде Чапека) ОМЧ составило 245 333 КОЕ/см³ водной вытяжки почвы. Наибольшее ОМЧ почвы выявлено при наибольшем разведении 10⁻⁴ в песчаной почве АЗС № 3 (133 333 КОЕ/см³ водной вытяжки почвы) с большим содержанием НП = 52,00 мг/кг и ТМ_Σ = 9,52 мг/кг, что в 1,84 раза меньше, чем на контроле и в 5,37 раза выше, чем в глинистой почве АЗС № 1 (24 823). Зависимость общего микробного числа, оцененного по грибу рода *Botrytis cinerea*, от концентрации НП в водной вытяжке почвы представлена на рис., для тяжелых металлов она аналогична.

Наименьшее ОМЧ почвы в светло-каштановых почвах отмечено при среднем разведении 10⁻³ в глинистой почве АЗС № 1 (2482 КОЕ/см³ водной вытяжки почвы), что ниже контроля в 98,84 раза и 1,5 раза ниже, чем в песчаной почве АЗС № 3 (3243).

Таблица 2

Результаты оценки токсикации почв нефтепродуктами и тяжелыми металлами с помощью гриба рода *Botrytis cinerea*

Объект	Концентрация НП в водной вытяжке почвы, мг/кг	Суммарная концентрация ТМ в водной вытяжке почвы ($ТМ_{\Sigma}$), мг/кг	Разведение	ОМЧ почвы, КОЕ/см ³ водной вытяжки почвы	Масса мицелия гриба <i>Botrytis cinerea</i> , г
Контроль	—	—	—	245333±36961	0,0850±0,0220
АЗС № 1	17,00	7,99 (Cu — 2,26; Ni — 2,00; Zn — 3,73)	10 ⁻²	6773±3815	0,0573±0,0010
			10 ⁻³	2482±567	0,0466±0,0020
			10 ⁻⁴	24823±5675	0,0683±0,0280
АЗС № 3	52,00	9,52 (Cu — 1,59; Ni — 2,00; Zn — 5,93)	10 ⁻²	14234±1108	0,0572±0,0010
			10 ⁻³	3243±882	0,0514±0,0008
			10 ⁻⁴	133333±25137	0,0800±0,0120



Зависимость общего микробного числа, оцененного по грибу рода *Botrytis cinerea* от концентрации НП в водной вытяжке почвы 10⁻², 10⁻³, 10⁻⁴ — разведения

В светло-каштановых почвах выявлена следующая зависимость: общее микробное число (ОМЧ) почвы выше в песчаной почве АЗС № 3 (133 333 КОЕ/см³ водной вытяжки почвы) с большим содержанием НП = 52,00 мг/кг и $ТМ_{\Sigma}$ = 9,52 мг/кг и при наибольшем разведении 10⁻⁴ и ниже в глинистой почве АЗС №1 (24 823) при наименьшем разведении 10⁻² и при меньшем содержании НП = 17,00 мг/кг и $ТМ_{\Sigma}$ = 7,99 мг/кг, что возможно обусловлено гранулометрическим составом почвы и большим содержанием $C_{орг}$ (2,70 %) в почве АЗС № 3 по сравнению с АЗС № 1 — $C_{орг}$ (0,82 %).

Масса мицелия гриба *Botrytis cinerea*

В контроле масса мицелия гриба *Botrytis cinerea* составила 0,0850 г (см. табл. 2).

Максимальная масса мицелия гриба *B. cinerea* отмечена при наибольшем разведении 10^{-4} в песчаной почве АЗС № 3 (0,0800 г), что ниже в 0,94 раза по сравнению с контролем и выше в 1,17 раза, чем в глинистой почве АЗС № 1 (0,0673).

Минимальная масса мицелия гриба *B. cinerea* наблюдается при среднем разведении 10^{-3} в глинистой почве АЗС № 1 (0,0466 г), что ниже в 1,82 раза по сравнению с контролем и ниже в 1,10 раза, чем в почве АЗС № 3 (0,0514).

Выводы

1. Анализ полученных данных показывает, что содержание в почве нефтепродуктов и тяжелых металлов негативно влияет на биоиндикатор (дождевые черви *Lumbricus rubellus*) и это свидетельствует о диагностике содержания этих поллютантов.

2. В глинистой и песчаной светло-каштановых почвах 100 % смертность наступает на 7-й день.

3. Хитозан эффективно снижает токсичность почв, загрязненных НП и ТМ. Без внесения хитозана в почву с АЗС № 1 и 3 черви погибли на 7-й день, а при его внесении в почву с АЗС № 1, 3 погибло 3—4 червя через 31 день.

4. В светло-каштановых почвах выявлена следующая зависимость: общее микробное число (ОМЧ) почвы выше в песчаной почве АЗС № 3 ($133\ 333$ КОЕ/см³ водной вытяжки почвы) с большим содержанием НП = 52,00 мг/кг и TM_{Σ} = 9,52 мг/кг и при наибольшем разведении 10^{-4} и ниже в глинистой почве АЗС № 1 (24 823) при наименьшем разведении 10^{-2} и при меньшем содержании НП = 17,00 мг/кг и TM_{Σ} = 7,99 мг/кг.

5. Максимальная масса мицелия гриба *B. cinerea* отмечена при наибольшем разведении 10^{-4} в песчаной почве АЗС № 3 (0,0800 г), а минимальная масса мицелия гриба *B. cinerea* наблюдается при среднем разведении 10^{-3} в глинистой почве АЗС № 1 (0,0466 г).

6. Общее микробное число почвы и масса мицелия гриба *B. cinerea* также показывают содержание нефтепродуктов и тяжелых металлов в почве.

Библиографический список

1. Гимадеев М. М., Щеповских А. И. Экологический энциклопедический словарь. Казань : Природа, 2000. 544 с.
2. Мир растений. Т. 2 / под ред. М. В. Горленко М. : Просвещение, 1991. 475 с.
3. Околелова А. А., Заикина В. Н. Биоиндикация загрязненных нефтью светло-каштановых почв // Естественно-гуманитарные исследования. Краснодар, 2017. № 17. С. 16—23.
4. Прохоров А. М. Большой энциклопедический словарь. СПб. : Норинт, 2004. 1456 с.
5. Теплер Е. З., Шильникова В. К., Переверзева Г. И. Практикум по микробиологии. М. : Дрофа, 2004. 120 с.
6. 2D-DE proteomic approach to the *Botrytis cinerea* secretome induced with different carbon sources and plant-based elicitors / Francisco Javier Fernández-Acero, Thomas Colby, Anne Harzen et al. // Proteomics. 2010. № 10. Pp. 2270—2280.
7. Investigation on the infection mechanism of the fungus *Clonostachys rosea* against nematodes using the green fluorescent protein / Lin Zhang, Jinkui Yang, Qihong Niu et al. // Applied Microbiology and Biotechnology. 2008. Vol. 78. Issue 6. Pp. 983—990.

М. В. Коростелева¹, Н. В. Коростелева²

¹ *Волгоградский институт управления — филиал Российской академии народного хозяйства и государственной службы при Президенте Российской Федерации, Волгоград, Российская Федерация*

² *Волгоградский государственный технический университет, Волгоград, Российская Федерация*

МУНИЦИПАЛЬНЫЙ ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЬ В СФЕРЕ БЛАГОУСТРОЙСТВА ГОРОДСКОЙ ТЕРРИТОРИИ: ВОЗМОЖНОСТИ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ

В современном государстве экологическая безопасность объективно должна обеспечиваться деятельностью всей системы государственных и муниципальных органов. Поэтому важным представляется определение пределов возможностей конкретного уровня публичной власти в данной сфере. Целью статьи является анализ действующих нормативных актов, закрепляющих такой вид муниципального контроля, как контроль в сфере благоустройства территории, и предоставляющих органами местного самоуправления возможности его осуществления. На основе проведенного анализа сделаны выводы о том, что данный вид муниципального контроля может быть отнесен к экологическому, и обозначена специфика его правовой регламентации.

Ключевые слова: экологическая безопасность, муниципальный контроль, благоустройство территории, органы местного самоуправления, вопросы местного значения.

Обеспечение экологической безопасности в России закономерно отнесено к вопросам совместного ведения Российской Федерации и входящих в ее состав субъектов. В принятом в 2022 году Федеральном законе № 414-ФЗ «Об общих принципах организации публичной власти в субъектах Российской Федерации» в силу обозначенного фактора в перечне полномочий региональных органов публичной власти по предметам совместного ведения наличествуют и те, что способствуют экологической безопасности. Но поскольку публичная власть реализуется не только на государственном уровне, то и местные органы обладают определенными полномочиями в данной сфере.

Следует отметить, что сам термин «безопасность» можно понимать по-разному. Это и состояние защищенности объекта от опасности, его надежность. Вместе с тем это и безопасное состояние самого объекта, уверенность в том, что он потенциально не опасен для кого-либо или чего-либо. В силу этого нормативная регламентация понятия «безопасность» возможна в различных значениях. Законодатель в одних случаях определяет безопасность объекта, говоря о его устойчивости под воздействием внешних неблагоприятных факторов. В других подчеркивает, что безопасность объекта должна обеспечиваться именно его изначальным состоянием, которое потенциально

никому и ничему не угрожает. Как представляется, экологическую безопасность можно рассматривать, используя оба этих значения. По данной причине весьма важным элементом в механизме ее обеспечения выступает экологический контроль, который уполномочены осуществлять и местные органы [1, с. 30]. Виды осуществляемого ими контроля могут быть предусмотрены исключительно федеральным законодателем (в отличие, например, от регионального, виды которого по предметам исключительного ведения субъектов устанавливаются субъектами самостоятельно). Также важным фактором является и то, что местные органы осуществляют контроль исключительно в пределах вопросов местного значения, закрепленных для конкретного вида муниципальных образований. Вместе с тем местным органам могут в установленном законом порядке передаваться и отдельные государственные полномочия по осуществлению контроля (надзора). В частности, речь идет о региональном государственном экологическом надзоре на объектах хозяйственной и иной деятельности, находящихся на территории соответствующего муниципального образования, в таких сферах, как:

- 1) обращение с отходами [2, с. 126—127];
- 2) охрана атмосферного воздуха;
- 3) охрана водных объектов [3, с. 180—181].

При этом не имеет значения, кто собственник подконтрольного объекта. Главный фактор здесь то, что данный объект не подлежит федеральному государственному экологическому надзору.

Кроме того, местным органам могут быть переданы надзорные полномочия в сфере учета объектов и источников негативного воздействия на окружающую среду.

Что касается собственно муниципального контроля, который направлен на обеспечение экологической безопасности, то в числе его видов:

- 1) контроль в отношении особо охраняемых природных территорий местного значения (далее — ООПТ);
- 2) муниципальный лесной контроль [4, с. 41];
- 3) муниципальный контроль в сфере благоустройства.

Как представляется, последний из обозначенных видов муниципального контроля также имеет непосредственное отношение к обеспечению экологической безопасности. Во-первых, это связано с тем, что благоустройство объективно направлено на поддержание и улучшение санитарного состояния территории муниципального образования. Во-вторых, причина в предмете муниципального контроля в сфере благоустройства, который составляет, в том числе, организация использования, охраны, защиты, воспроизводства городских лесов и лесов ООПТ, расположенных в границах населенных пунктов поселения или в границах округа (муниципального или городского).

Необходимо отметить, что данный контроль уполномочены осуществлять далеко не все муниципальные образования. Действующий закон относит его к полномочиям органов местного самоуправления городских поселений, а также городских и муниципальных округов. Что касается сельских

поселений, то на их территории данный вид контроля в части городских лесов и лесов ООПТ, расположенных в населенных пунктах поселения, осуществляют муниципальные районы. При этом субъектам Федерации предоставлено право уполномочить на решение данного вопроса сельские поселения непосредственно. В частности, Законом Волгоградской области от 28.11.2014 № 156-ОД «О закреплении отдельных вопросов местного значения за сельскими поселениями в Волгоградской области» предусмотрен именно такой порядок.

Особо актуальны вопросы осуществления муниципального контроля в сфере благоустройства в городах, т. е. там, где активно ведется строительство [5, с. 86]. На территории городских округов приняты и реализуются муниципальные программы благоустройства (так, в Волгограде такая программа утверждена постановлением городской администрации от 30.12.2019 года № 1549).

Вопросы благоустройства городских территорий регулируются нормами земельного и градостроительного законодательства. Земельным кодексом Российской Федерации определены земли населенных пунктов и урегулирован их статус. Градостроительный кодекс Российской Федерации предусматривает, что местные нормативы градостроительного проектирования должны содержать минимальные расчетные показатели обеспечения благоприятных условий жизнедеятельности человека (в том числе благоустройства территории).

Городские органы местного самоуправления наделены правом устанавливать требования как к содержанию зданий (включая жилые дома), сооружений и земельных участков, на которых они расположены, так и к внешнему виду фасадов и ограждений соответствующих зданий и сооружений. Они определяют перечень работ по благоустройству и периодичность их выполнения, устанавливают порядок участия собственников зданий (помещений в них) и сооружений в благоустройстве прилегающих территорий. Объективно важен и контроль за выполнением этих требований: в научной литературе закономерно подчеркивается, что контрольная функция выступает одной из ключевых в управленческой деятельности [4, с. 5].

Порядок его осуществления на территории конкретного муниципалитета регулируется муниципальным правовым актом. Подобные акты приняты и действуют во всех городских округах Волгоградской области. Так, в городском округе Волгоград действует муниципальное Положение о муниципальном контроле в сфере благоустройства, утвержденное решением Волгоградской городской думы от 29.09.2021 № 51/806. Целью данного вида контроля выступает соблюдение контролируруемыми лицами (в их числе граждане и организации) утвержденных решением Волгоградской городской думы от 21.10.2015 № 34/1091 городских Правил благоустройства. Подконтрольными объектами определены, в том числе, построенные объекты (здания, строения и сооружения), к которым предъявляются обязательные требования в сфере благоустройства.

Поскольку данный вид контроля в регионе вправе осуществлять и поселения, им в помощь были разработаны модельные положения (содержание которых корректируется региональными органами власти в связи с изменениями федерального и регионального законодательства).

Анализ возможностей осуществления муниципального контроля в сфере благоустройства городской территории непосредственно органами местного самоуправления позволил сделать ряд выводов. Во-первых, данный вид муниципального контроля установлен федеральным законодателем (у субъектов Федерации такой возможности просто нет). Во-вторых, местные органы осуществляют данный контроль исключительно в пределах вопросов местного значения, закрепленных для конкретного вида муниципальных образований Федерацией или конкретным субъектом. В-третьих, порядок осуществления контрольных мероприятий в сфере благоустройства в конкретном муниципальном образовании регламентируется муниципальными правовыми актами.

Библиографический список

1. *Шугрина Е. С.* Правовое регулирование муниципального контроля в Российской Федерации // Административное и муниципальное право. 2011. № 8. С. 26—37.

2. *Коростелева М. В., Коростелева Н. В.* Обращение с твердыми коммунальными отходами как фактор обеспечения экологической безопасности: анализ зарубежного и российского опыта // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Строительство и архитектура. 2019. № 3(76). С. 124—133.

3. *Коростелева М. В., Коростелева Н. В.* Санитарно-защитные зоны в планировочной структуре городов как специальные территории с особым режимом использования: нормативные правила установления и особенности закрепления в градостроительной документации // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Строительство и архитектура. 2022. № 2(87). С. 178—187.

4. *Оленина Т. Ю.* Муниципальный лесной контроль: правовые проблемы реализации // Государственная власть и местное самоуправление. 2018. № 11. С. 41—44.

5. *Коростелева М. В., Коростелева Н. В.* Благоустройство территории города как фактор устойчивого развития // Социально-экономическое развитие городов и регионов: градостроительство, развитие бизнеса, жизнеобеспечение города [Электронный ресурс] : материалы II Международной научно-практической конференции, Волгоград, 3 февраля 2017 г. Волгоград : ВолгГТУ, 2017. С. 86—93.

С. А. Кошкарёв, К. С. Кошкарёв

*Волгоградский государственный технический университет,
Волгоград, Российская Федерация*

К ПОВЫШЕНИЮ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ В СИСТЕМАХ ОБЕСПЫЛИВАНИЯ СТРОЙИНДУСТРИИ АППАРАТОВ С ПСЕВДООЖИЖЕННЫМ СЛОЕМ

Статья посвящена вопросу повышения экологической безопасности путем снижения выбросов аспирации пылеуловителями фильтрующим с псевдоожигенным слоем. Приведены исследования по данному направлению, выявлены коэффициенты проскока для аппаратов с такой загрузкой.

Ключевые слова: пыль, стройматериал, пылеуловитель, очистка, выброс, атмосфера, обеспыливание, аспирация.

Индексным показателем объемов строительства может, например, быть объем производства бетонов, который в 2021 г. составил 40,8 млн м³, по сравнению с 2020 г. увеличился на 9 % [1].

На разных стадиях технологического производства строительных материалов или конструктивных элементов из бетонов (газо-, пено-, керамзитобетонов) осуществляются процессы, которые связаны с перемещением, перегрузкой сырьевых компонентов, а также изменением размеров дисперсных частиц при дроблении сыпучих материалов.

Пыль, образующаяся в процессе перемещения сыпучих материалов на производстве предприятия, поступает в цех предприятия. Во время механического воздействия на сыпучие материалы выделяющаяся пыль поступает в локальную систему аспирации, которая снабжена пылеулавливающими устройствами.

Из устройств систем обеспыливания аспирации мелкодисперсная пыль выбрасывается в атмосферу [3].

Исходя из специфики и особенностей различных отраслей промышленности существует значительное разнообразие пылеулавливающих устройств.

Наибольшее распространение в системах обеспыливания аспирации получили пылеуловители инерционного типа, такие как циклоны различных типов, ВЗП и т. п. [2—4]. Некоторая часть улавливаемой пыли мелкодисперсных фракций поступает от пылеулавливающих устройств систем аспирации в атмосферу на источниках выбросов. Результаты исследований, например перспективных способов снижения степени проскока пыли в системах аспирации, показали, что в целом ряде случаев целесообразно применять аппараты с фильтрующим псевдоожигенным слоем гранулообразных дисперсных частиц строительных материалов [5—8]. При этом снижается объем выбросов при сокращении образования отходов производства при возможности последующего использования смеси уловленных частиц и дисперсных гранул стройматериала в дальнейшем технологическом цикле производства.

Зарубежные ученые также проводят различного рода исследования по разработке конструкции аппаратов данного типа, определению эффективности улавливания [9, 10].

В Волгоградском государственном техническом университете разработан аппарат с псевдооживленным слоем гранул стройматериала керамзита. Выполнены исследования на промышленной установке системы обеспыливания аспирации, основу которой составлял аппарат с фильтрующим псевдооживленным слоем. Проведенные опытно-промышленные испытания и исследования коэффициента проскока пыли в предложенном пылеуловителе в системе аспирации предприятия показали его приемлемые для практического использования значения. На рисунках 1 и 2 представлены результаты исследования значений коэффициента проскока частиц пыли и приведенного коэффициента сопротивления в рабочих режимах работы установки.

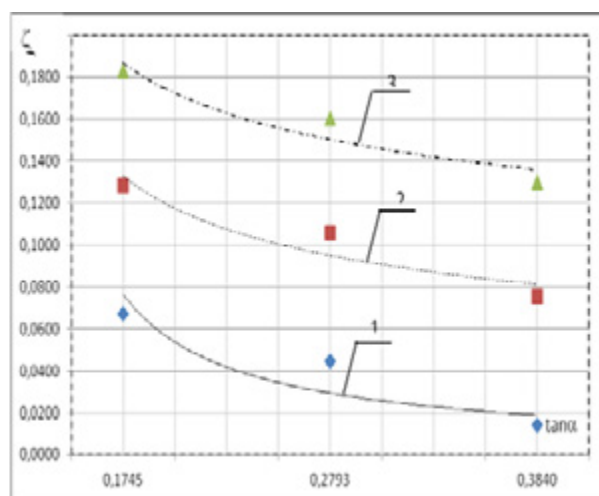


Рис. 1. Зависимость величины проскока от угла наклона газораспределительной решетки при: 1 — $\bar{v}_s = 0,4$; 2 — $\bar{v}_s = 0,8$; 3 — $\bar{v}_s = 1$

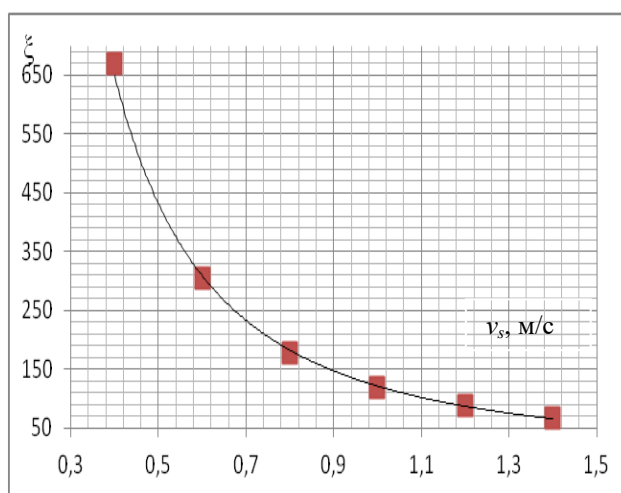


Рис. 2. Изменение коэффициента аэродинамического сопротивления от скорости потока v_s в поперечном прямоугольном сечении начальной области сепарации аппарата

После математической обработки экспериментальных данных было выведено уравнение регрессии:

для пыли керамзита

$$\zeta = 0,4074 - 0,0215(\bar{v}_s - 17)^2 - 0,2321(\tan \alpha + 0,21)^2 + 0,018\bar{v}_s \tan^2 \alpha; \quad (1)$$

для пыли с содержанием SiO_2 от 20 до 70 %

$$\zeta = 0,3898 - 0,0205(\bar{v}_s - 17)^2 - 0,2227(\tan \alpha + 0,21)^2 + 0,017\bar{v}_s \tan^2 \alpha. \quad (2)$$

Выводы

1. Обосновано применение гранулированных материалов в качестве загрузки в перспективных аппаратах с фильтрующим псевдооживленным слоем.

Применение высокоэффективных пылеуловителей снижает негативную техногенную нагрузку на окружающую среду.

2. Пылеулавливающие аппараты с фильтрующим псевдоожиженным слоем могут быть масштабированы с целью увеличения производительности.

Библиографический список

1. О промышленном производстве в 2021 году // Росстат : [сайт]. URL: https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/12_02-02-2022.html (дата обращения: 07.12.2022).

2. Балтеренас П. С. Обеспыливание воздуха на предприятиях строительных материалов. М. : Стройиздат, 1990. 180 с.

3. Азаров В. Н., Сергина Н. М. Системы пылеулавливания синергичными аппаратами в производстве строительных материалов // Строительные материалы. 2003. № 8. С. 14—15.

4. Сергина Н. М., Азаров Д. В., Гладков Е. В. Системы инерционного пылеулавливания в промышленности строительных материалов // Строительные материалы. 2013. № 2. С. 66—68.

5. Koshkarev S., Azarov V., Azarov D. The decreasing dust emissions of aspiration schemes applying a fluidized granular particulate material bed separator at the building construction factories // Procedia Engineering. 2016. V. 165. Pp. 1070—1079.

6. Koshkarev S. A., Roschin P. A., Evtushenko A. I. Modeling of cleaning of dust emission in fluidized bed building aspiration collector // MATEC Web of Conferences. «International Science Conference SPbWOSCE-2016 “SMART City”». 2017. P. 07020.

7. Кошкарев С. А. Повышение экологической безопасности предприятий стройиндустрии путем снижения проскока пыли в системах обеспыливания с пылеуловителями псевдоожиженного слоя дисперсного материала // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Строительство и архитектура. 2017. № 50(69). С. 252—260.

8. Аппарат с псевдоожиженным слоем : Патент № 161262, Россия / С. А. Кошкарев, В. Н. Азаров [и др.]. Заяв. № 2015139314 от 15.09.2015. Опубл. 10.04.2016. Бюлл. № 10.

9. Zhang Songsong, Du Qian, Qi Guoli. Experimental study on production and emission characteristics of pm 2.5 from industrial fluidized bed boilers.

10. Pfeffer, Robert & Tardos, G.I. & Gal, E. (2022). The use of a rotating fluidized bed as a high efficiency dust filter.

Н. М. Кривчиков, Я. Е. Медведева, И. С. Кленин

*Волгоградский государственный технический университет,
Волгоград, Российская Федерация*

ОЦЕНКА ДИСПЕРСНОГО СОСТАВА ПЫЛИ ВО ВРЕМЯ МОНТАЖНЫХ РАБОТ НА ОБЪЕКТАХ ЖИЛИЩНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА

Статья посвящена анализу проб пыли, отобранных во время монтажных работ на объектах жилищного строительства, рассматриваемые фракции — $PM_{2,5}$ и PM_{10} .

Ключевые слова: производственная пыль, пыль, мелкодисперсная пыль, $PM_{2,5}$, PM_{10} .

Производственная пыль во время проведения монтажных работ оказывает прямое влияние на жилую застройку и людей, проживающих в них.

Пыль имеет особенность оседать, адсорбировать вредные вещества разных классов опасности. В большей степени это касается мелкодисперсной пыли PM_{10} и $PM_{2,5}$.

В целях проведения контроля выбросов в окружающую среду необходимо выполнить измерения пыли с последующим анализом ее дисперсного состава.

Для разработки мероприятий, обеспечивающих безопасность во время проведения отделки фасада первого этажа облицовочным кирпичом и устройства опалубки колон, были отобраны образцы пыли, находящиеся в состоянии покоя, с горизонтальных поверхностей на объекте жилищного строительства, а именно на перекрытии в коридорной зоне здания, в области лоджии и на перекрытии примыкающего к лестничному маршу первого этажа.

Используя монокулярный микроскоп «Микромед», были сделаны фотографии пыли (рис. 1).

Из результатов следует, что на близлежащих поверхностях оседают частицы размером от 2 до 60 мкм. Можно заметить, что частиц от 10 до 60 мкм — 99 %, от 2 до 10 мкм — 1 %. Соответственно, крупные частицы размером более 10 мкм преобладают.

Интегральная функция распределения объема частиц мелкодисперсной пыли по эквивалентному диаметру частиц подчиняется логарифмическому нормальному распределению. Из данной функции следует, что процентное количество содержащихся PM_{10} составило 1 % и $PM_{2,5}$ составило 0,025 %.

Для оценки результатов анализа мелкодисперсной пыли были построены интегральные функции распределения частиц по диаметрам (рис. 2).



Рис. 1. Фотография пыли

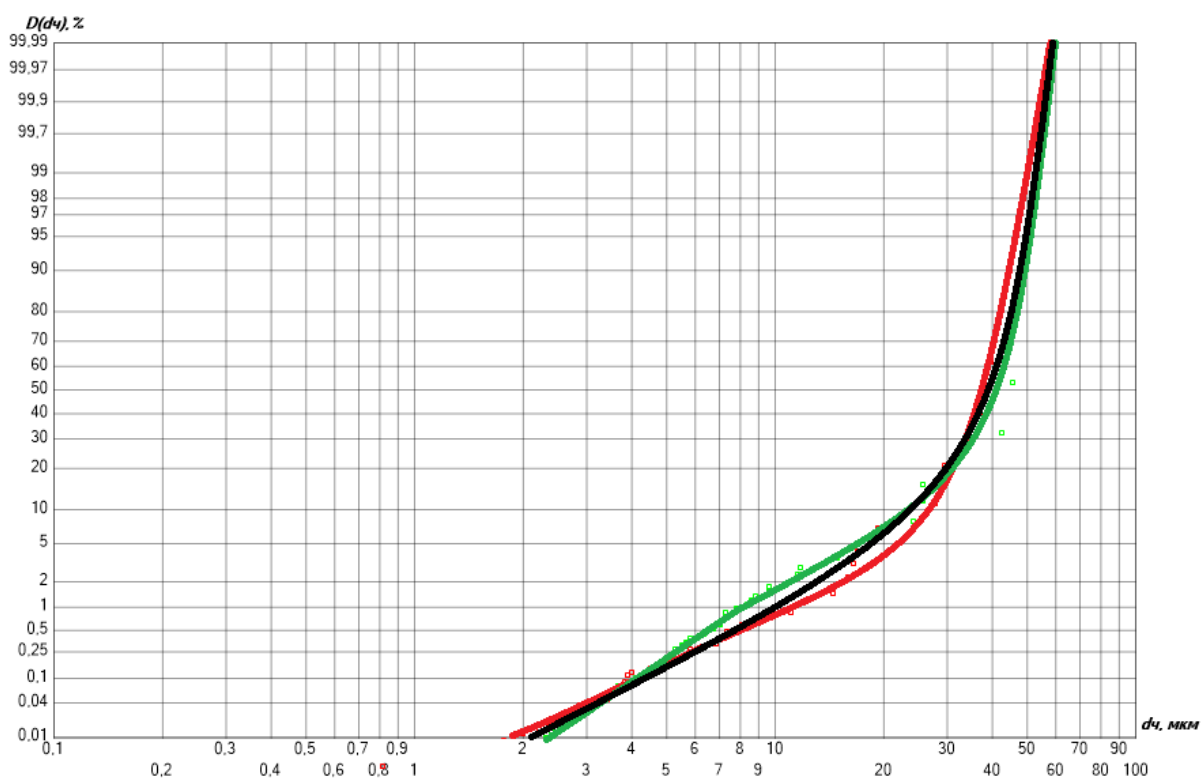


Рис. 2. Интегральная функция распределения объема частиц пыли по эквивалентному диаметру для частиц пыли, отобранных на первом этаже

Библиографический список

1. *Азаров В. Н., Сергина Н. М.* Методика микроскопического анализа дисперсного состава пыли с применением ПК : Депонированная рукопись № 1332-B2002 15.07.2002.
2. *Nasimi M. X. Solovyva T. V.* О загрязнении мелкодисперсной пылью PM10 атмосферного воздуха города Кабул // *Inzhneryj vestnik Dona (Rus)*. 2017. № 2. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/N2y2017/4121.
3. *Манжилевская С. Е.* Исследование распространения частиц мелкодисперсной пыли в рабочей зоне строительных процессов // *Инженерный вестник Дона*. 2019. № 9. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/N9y2019/6221.
4. *Калюжина Е. А., Несветаев Г. В., Азаров В. Н.* Исследования значений PM[10] и PM[2,5] в выбросах в атмосферу и рабочую зону при ремонтно-строительных работах // *Интернет-вестник ВолгГАСУ. Сер.: Политематическая*. 2012. №1(20). URL: vestnik.vgasu.ru/?source=4&articaleno=785.
5. *Загороднов С. Ю.* Пылевое загрязнение атмосферного воздуха города как недооцененный фактор риска здоровью человека // *Вестник Пермского нац. исслед. ун-та. Сер.: Прикладная экология. Урбанистика*. 2018. № 2. С. 124—133.
6. *Tendency of firm particles in surrounding air the town in India / M. Singkh, A. K. Pandey, P. K. Singkh et al.* // *Indian magazine of basic and applied researches*. 2016. Vol. 1. № 4. Pp. 70—72.
7. *Горшков Е. В., Насими М. Х.* Исследование загрязнения городской воздушной среды мелкодисперсной пылью природного происхождения // *Инженер. вестн. Дона*. 2016. № 4. URL: ivdon.ru/magazine/archive/n4y2016/3896.
8. *Азаров В. Н., Ковалева А. В., Сергина Н. М.* Дисперсный анализ методом микроскопии с применением ПЭВМ // *Экологическая безопасность и экономика городских и теплоэнергетических комплексов : материалы Международной научно-практической конференции*. 1999. С. 76—78.
9. *Азаров В. Н., Богуславский Е. И., Сергина Н. М.* Двухступенчатый пылеуловитель : Патент на изобретение RU 2137528 C1, 20.09.1999. Заяв. № 98116113/25 от 20.08.1998.
10. *Фукс Н. А.* Механика аэрозолей. М. : АН СССР, 1955.

Р. А. Лясин, В. А. Багров

*Волгоградский государственный технический университет,
Волгоград, Российская Федерация*

КОНЦЕНТРАЦИОННОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ МЕЛКОДИСПЕРСНЫХ ЧАСТИЦ В ВОЗДУХЕ ОБЩЕСТВЕННЫХ ЗДАНИЙ

Произведен анализ изменения концентрации мелкодисперсных частиц пыли в воздухе общественных зданий с течением времени. Для определения зависимости концентрации пылевых частиц от времени был использован лазерный счетчик частиц *Handheld*. Принцип измерения основан на отклонении лазерного излучения при его прохождении через взвешенные пылевые частицы, на основе угла рассеивания, определяемым фотоприемным устройством. С помощью метода лазерной дифракции были получены диапазоны содержания мелкодисперсных частиц, изменяющихся с течением времени, определена объемная концентрация пылевых частиц. Полученные экспериментальные данные представлены в форме таблиц и рисунков.

Ключевые слова: концентрация пылевых частиц, лазерная дифракция, пылевая частица, PM1, PM2,5, PM10, угол рассеивания.

Описание методики измерения

Лазерная дифракция является методом измерения концентрации и дисперсного состава взвешенных пылевых частиц, который имеет наименьшую погрешность измерения, в отличие от других методов измерения [1, 2].

Метод основан на измерении отклонения электромагнитной волны при прохождении через пылевые частицы [3]. Рассеивание электромагнитной волны определяется устройством из набора фотодиодов, с помощью угла рассеивания для моделей частиц шарообразной формы можно определить эквивалентный диаметр частиц и их концентрацию. В зависимости от соотношения $\pi d / \lambda$, точнее — от размера частицы, угол рассеивания изменяется.

При частицах малого диаметра, угол рассеивания становится более симметричным, поэтому угол рассеивания при измерении пылевых частиц составляет от 0 до 180°.

Оптическая схема методики анализа дисперсного состава аэрозоля с применением лазерной дифракции в настоящее время реализуется в виде, представленном на рис. 1. В качестве источника электромагнитного излучения в установке используется лазер мощностью до 25 мВт. Использование лазеров мощностью более 25 мВт не допускается ввиду большой погрешности измерений, обусловленной конвективной передачей тепла в исследуемом аэрозоле. Устройство приема лазерного излучения представляет собой щелевой вырез с набором фотодиодов, располагаемых за ним. Фотодиоды могут располагаться в связке или по отдельности [4].

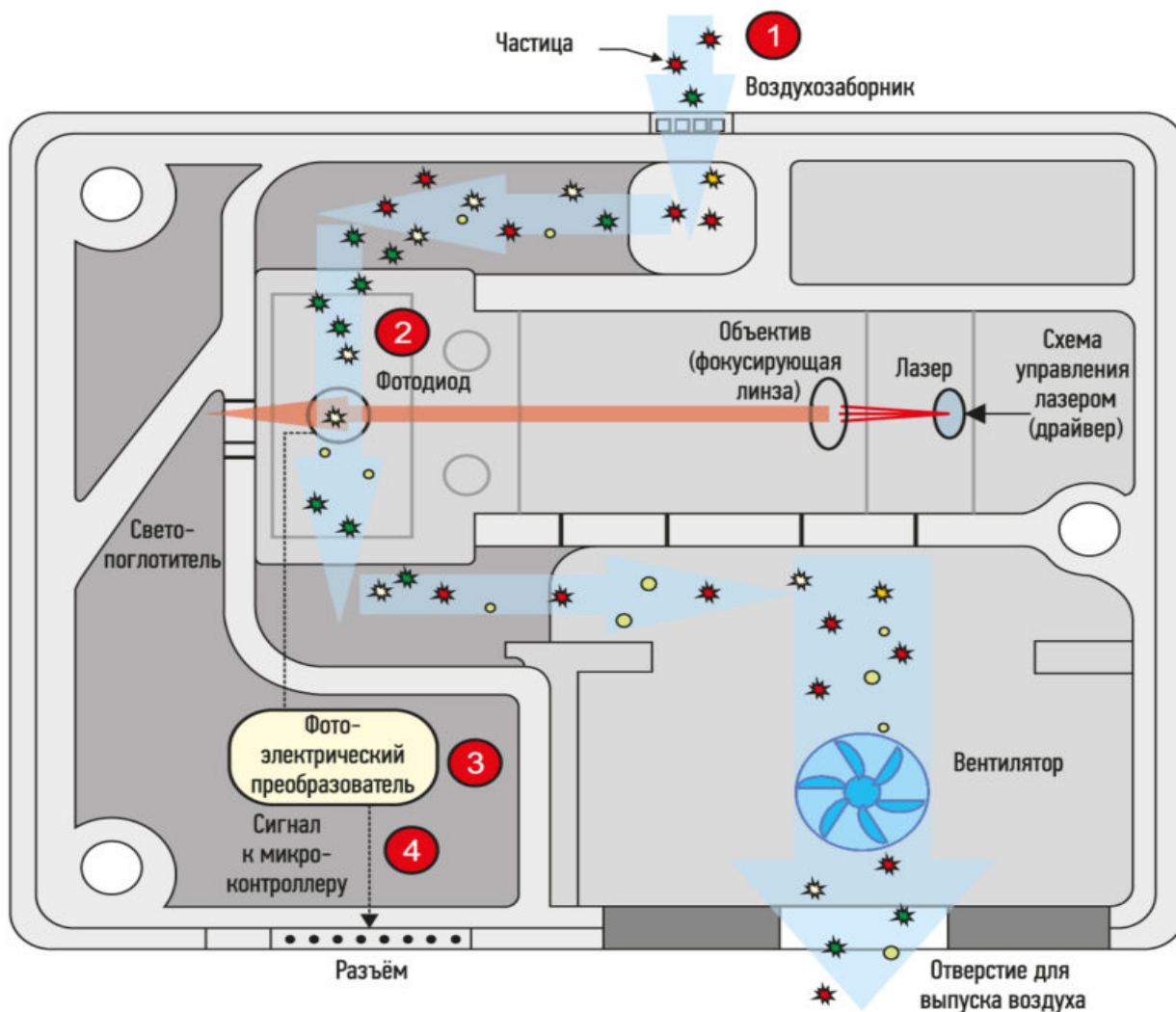


Рис. 1. Принципиальная схема устройства счетчика частиц

Процесс измерения происходит в следующем порядке. Первоначально проверяют наличие фоновых помех, которые могут повлиять на результаты измерения. Для проверки точности измерения дисперсного состава лазерным дифрактором его проверяют с помощью референтных образцов различного диаметра частиц. При наличии расхождения показаний прибора и размеров референтных образцов производят очистку внутренних составляющих лазерного дифрактора с помощью встроенной системы продува [4].

Планирование эксперимента и результаты

Для проведения натурального эксперимента по измерению концентрации пылевых частиц в воздушной среде помещения было выбрано общественное здание с большим потоком людей. С помощью лазерного счетчика Handheld были произведены серии замеров для оценки изменения концентрации в течение дня. Общая длительность произведенного эксперимента составляла более 6 часов, замеры производились в зоне дыхания человека.

В результате проведенного натурального исследования были получены данные по объемной концентрации пылевых частиц, диапазон содержания мелкодисперсных частиц, которые представлены в табл. и схематически на рис. 2—5.

*Полученные данные натурного исследования изменения концентрации
мелкодисперсных частиц*

Номер измерения	Время	Концентрация, мкг/м ³		
		PM > 1	PM > 2,5	PM > 10
1	08:40	12,12313	21,04493	22,43095
2	08:50	14,23	23,93667	25,17667
3	09:00	11,82833	20,80333	21,78667
4	09:10	10,24333	17,04667	17,95
5	09:20	8,628333	15,45667	16,94333
6	09:30	8,91	15,39833	16,58
7	09:40	7,526667	13,82	14,48833
8	09:50	7,205	12,115	13,60167
9	10:00	6,945	11,83667	13,02833
10	10:10	7,113333	12,35667	13,95
11	10:20	8,628333	15,45667	16,94333
12	10:30	6,843333	11,59167	12,89833
13	10:40	11,76833	12,94667	1272,93
14	10:50	7,008333	12,205	12,93833
15	11:00	7,696667	13,26333	14,85167
16	11:10	7,451667	13,02667	14,165
17	11:20	7,485	12,38333	13,32667
18	11:30	7,518333	12,80333	13,90667
19	11:40	7,365	12,84333	13,78
20	11:50	7,548333	12,46	13,71667
21	12:00	8,65	14,44833	15,86833
22	12:10	8,47421	14,13311	15,30449
23	12:20	8,891667	14,82167	16,69167
24	12:30	8,483333	13,975	15,46
25	12:40	8,222962	13,38935	14,73877
26	12:50	7,935	13,235	14,13333
27	13:00	8,046667	13,545	14,605
28	13:10	9,688333	15,67333	17,10833
29	13:20	8,301667	14,04167	15,04167
30	13:30	8,26	13,205	14,19167
31	13:40	8,33	13,78	14,855
32	13:50	7,63	12,97333	14,38167
33	14:00	7,676667	13,13	13,93
34	14:10	7,298333	12,14	13,61667
35	14:20	7,065	11,63833	12,965
36	14:30	6,225	10,585	11,39833
37	14:40	6,633333	11,37333	12,73
38	14:50	6,468333	11,19	11,965
39	15:00	6,111667	10,13333	10,995
40	15:10	5,201667	8,861667	9,621667
41	15:20	5,785124	9,644628	9,818182
42	15:30	6,468333	11,19	11,965

Анализируя данные табл., можно увидеть закономерность изменения концентрации по каждому промежутку. Первоначальный скачок концентрации обусловлен установкой измерительного прибора на горизонтальную поверхность. Для большей наглядности изобразим полученные данные на рис. 2—4.

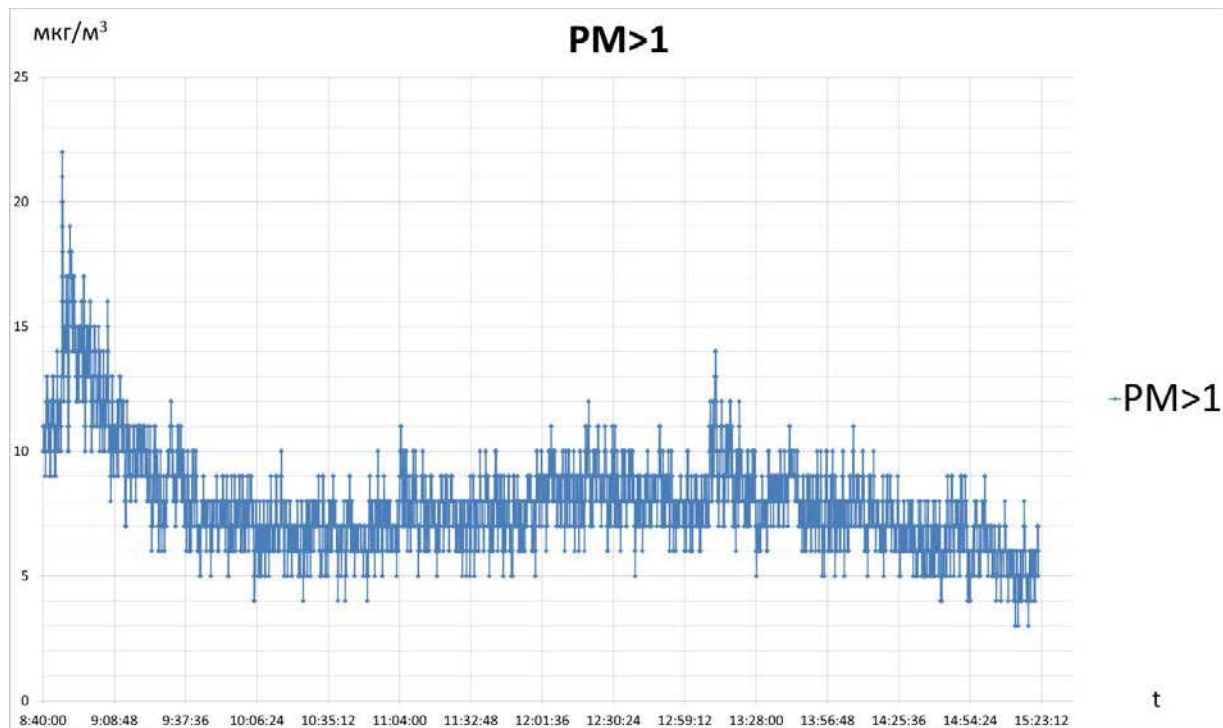


Рис. 2. Изменение концентрации $PM > 1$ в течение дня

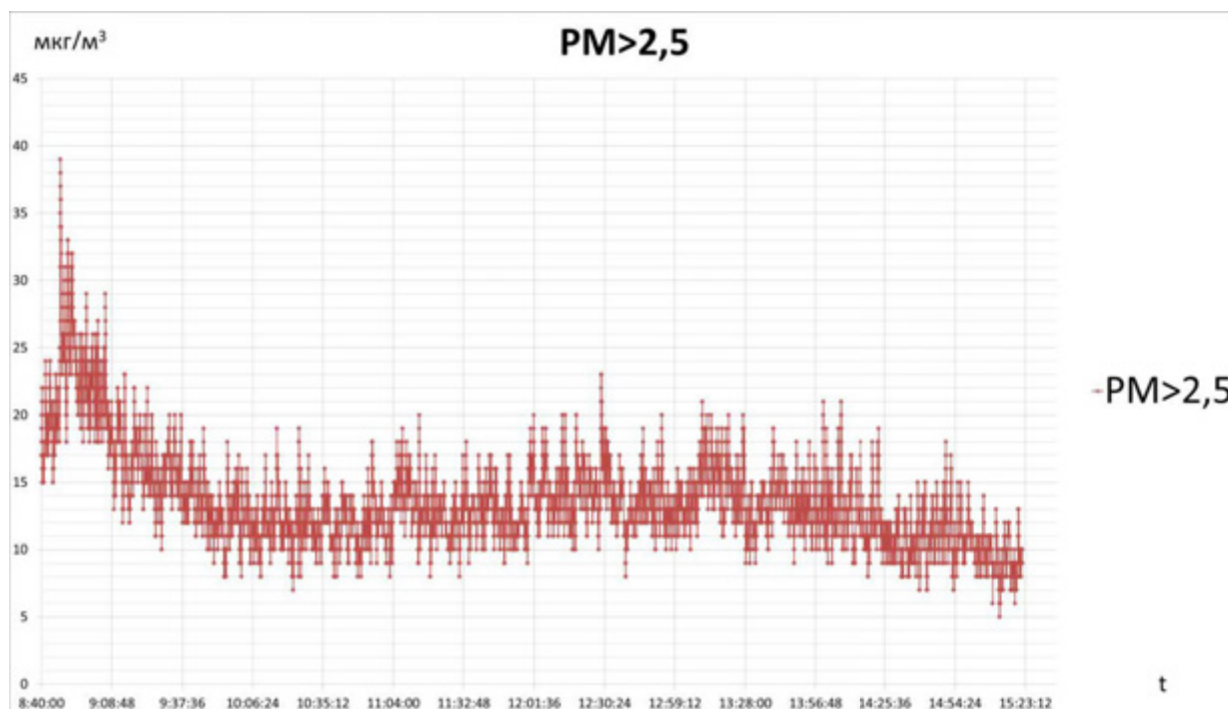


Рис. 3. Изменение концентрации $PM > 2,5$ в течение дня

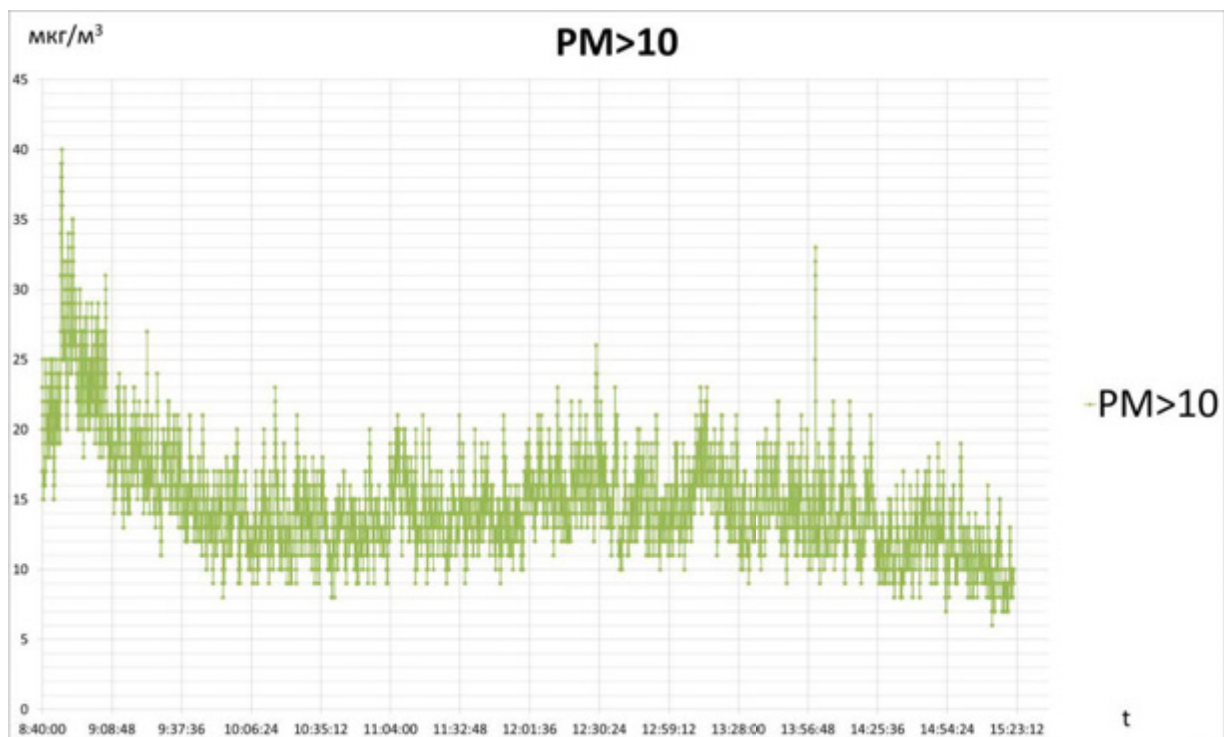


Рис. 4. Изменение концентрации $PM > 10$ в течение дня

Опираясь на полученные экспериментальные данные из табл. и графические зависимости, изображенные на рис. 2—4, можно графически изобразить изменение общей концентрации по времени эксперимента (рис. 5).

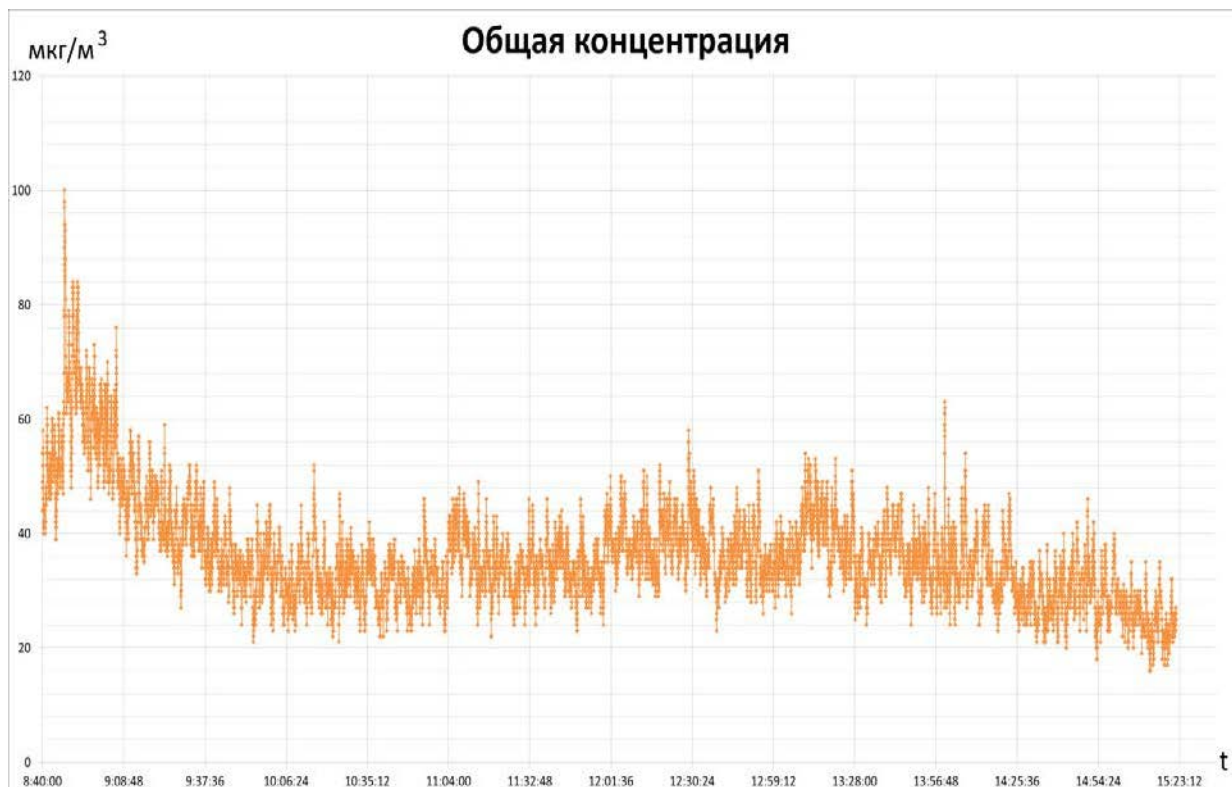


Рис. 5. Изменение общей концентрации в течение дня

Выводы

1. Проведенные измерения общей концентрации мелкодисперсной пыли позволили определить, что на протяжении всего дня ее концентрация не превышала 100 мкг/м^3 . Полученное значение в разы меньше чем нормативное значение.

2. С помощью представленных графических зависимостей можно определить изменение концентрации мелкодисперсных частиц по времени эксперимента. Так, рассматривая рис. 2—5, можно выделить зоны роста и убывания представленного графика. К зоне роста относятся паузы между академическими занятиями, которые характеризуются увеличением количества людей. Зона убывания (снижения) концентрации — академические занятия.

3. Анализируя полученные графические зависимости можно определить, что наибольший диапазон изменения концентрации принадлежит частицам $PM > 10$, при этом наименьшим расхождением обладают частицы $PM > 2,5$.

4. Увеличение количества людей в большей степени оказывает влияние на концентрацию частиц $PM > 10$, чем на частицы $PM > 1$ и $PM > 2,5$.

Библиографический список

1. Об определении дисперсного состава цементной пыли седиментационным методом при пофракционном оседании частиц с использованием средств обработки бинарных фотографий / Р. А. Лясин, В. В. Лупиногин, А. И. Евтушенко и др. // Инженерный вестник Дона. 2022. № 5(89). С. 658—668.

2. Лясин Р. А., Багров В. А., Азарова М. Д. Определение морфологического состава пылевых частиц // Инженерный вестник Дона. 2022. № 6(90). С. 759—765.

3. Государственная система обеспечения единства измерений. Дисперсный состав аэрозолей и взвесей. Определение размеров частиц по дифракции лазерного излучения : ГОСТ Р 8.777—2011. М. : Стандартинформ, 2013. 11 с.

4. Анализ размеров частиц — методы лазерной дифракции : Международный стандарт ISO 13320-1.

С. А. Магарамова, Д. А. Сихвардт, А. И. Петрунина

*Волгоградский государственный технический университет,
Волгоград, Российская Федерация*

ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СТРОИТЕЛЬСТВА

Определяются проблемы и перспективы развития экологического строительства.

Ключевые слова: экология, строительство, зеленое строительство.

Экологическое строительство — это новый (постиндустриальный) этап в развитии архитектурно-строительной отрасли, к которому она начала переходить на рубеже XX и XXI веков, и в то же время важная составляющая концепции устойчивого развития. Этот переход является проявлением глубинных процессов осознания мировым сообществом той роли, которую человеческая цивилизация в целом и урбанизированные территории в частности играют в разрушении устойчивости экосистемы нашей планеты.

В ходе длительного изучения проблем глобального потепления выяснилось, что современные города, в том числе здания и сооружения, являются одним из основных источников загрязнения окружающей среды. Экспертные данные показывают, что здания по всему миру потребляют около 40 % всей первичной энергии, 67 % всей электроэнергии, 40 % всего сырья и 14 % всех запасов питьевой воды, а также производят 35 % всех выбросов углекислого газа и почти половину всех твердых бытовых отходов.

Каковы преимущества зеленого строительства?

Преимущества зеленых зданий можно оценить по трем критериям: экологические, экономические и социальные выгоды. Применяя устойчивые методы, мы можем максимизировать энергоэффективность и экономические показатели. Практика зеленого строительства обеспечивает наиболее значительные преимущества в сочетании с устойчивым проектированием и строительством.

Экологические преимущества зеленого строительства следующие:

- 1) сокращение потребления воды и энергии;
- 2) защита природных ресурсов улучшает качество воды и воздуха;
- 3) защита биоразнообразия и экосистем;
- 4) использование неиссекаемых источников энергии, таких как солнечная энергия;
- 5) принимаются меры по сокращению загрязнения и отходов, а также по повторному использованию и вторичной переработке материалов;
- 6) используемые материалы нетоксичны, этичны и безвредны для окружающей среды;

7) при проектировании и строительстве учитывается состояние окружающей среды и обеспечивается адаптация к изменяющимся условиям.

Перечислим экономические преимущества зеленого строительства:

1) снижает затраты и повышает ценность;
2) повышает производительность пользователей;
3) экологичное строительство — это не просто забота об окружающей среде, но и здания, которые поддерживают более здоровую, счастливую и продуктивную жизнь;

4) ориентировано на созидание, экономия на счетах за электроэнергию для арендаторов или домашних хозяйств за счет энергоэффективности концепции и водопользования;

5) создается рынок для других экологически чистых продуктов и услуг;

6) способствует вторичной переработке материалов и воды, а также приносит прибыль инвесторам.

Социальные преимущества зеленого строительства:

1) улучшает качество жизни;

2) при проектировании, строительстве и эксплуатации зеленых зданий учитывается качество жизни пользователей;

3) улучшает здоровье человека и комфорт его существования;

4) минимизирует нагрузку на местную структуру.

В чем важность применения экостроительства?

Современные климатические проблемы в глобализированном мире (загрязнение окружающей среды, проблемы с водой и исчезновение природных ресурсов из-за глобального потепления) все больше привлекают внимание и подчеркивают важность концепции устойчивого развития. Оглядываясь вокруг, мы видим, что с каждым днем строится все больше и больше зданий и небоскребов. При строительстве этих зданий и небоскребов расходуется много природных ресурсов, и природе наносится серьезный ущерб из-за выброса отходов в окружающую среду. Поскольку мы не можем остановить строительный сектор, мы должны найти решения для снижения загрязнения окружающей среды и потребления энергии, вызванных этим сектором. Одним из таких решений и наиболее эффективным являются строительство зеленых зданий с эффективным использованием энергии, рациональным и регулярным использованием ресурсов, устранением или сокращением выбросов отходов в окружающую среду, что позволит людям жить в здоровых и комфортных зданиях и условиях. В целом цель зеленых зданий — оставить чистую окружающую среду для будущих поколений.

Барьеры зеленого строительства

Однако пока мы не можем говорить о популярности экологического строительства. К основным препятствиям на пути полноценного развития этой отрасли относится высокая стоимость подобных проектов. Зеленое строительство, конечно, удовольствие недешевое.

При строительстве экологически чистых зданий используются новейшие инженерные системы, что неизбежно приводит к увеличению стоимости

квадратного метра жилья в среднем на 10 %. Некоторые эксперты считают, что на окупаемость таких домов для частных лиц уйдут десятилетия. Причиной этого является государственная тарифная политика в сфере коммунальных услуг.

В результате люди неохотно покупают энергоэффективные дома, а инвесторы неохотно вкладывают средства в эту источник отрасли. Поэтому первые зеленые проекты в стране должны осуществляться за счет государственных инвестиций, а для привлеченных инвесторов должны быть созданы благоприятные условия.

Еще одним препятствием для активного развития зеленого строительства в стране является низкая осведомленность населения о важности этой сферы. Никакие экологические стандарты не будут работать в государстве в полном объеме, пока они не будут поняты и интересны людям.

Библиографический список

1. *Алексашина В. В.* Экологические основы архитектурного формирования промышленных предприятий и их комплексов в городе : автореф. дис. ... докт.archit. М., 2006.

2. *Гаев А. Я., Тихоненко М. А., Килин Ю. А.* Фундаментальные и прикладные проблемы гидросферы. Ч. 2. Экологические проблемы : учебное пособие / под общ. ред. А. Я. Гаева. М. : Университетская книга ; Редакционно-издательский дом Российского нового университета, 2020. 200 с.

3. *Нужина И. П., Золотарева М. В., Васильева Ю. В.* Основные направления реализации потенциала социально и экологически ориентированного развития строительного бизнеса : сб. матер. конф. (Братск, 5—8 апр., 2016 г.) / Изд-во Братского гос. ун-та. 2016.

4. О состоянии и об охране окружающей среды в Российской Федерации в 2021 году : государственный доклад.

5. *Сидоркин О. В.* Управление инвестиционно-строительными проектами в жилищной сфере с учетом влияния экологических факторов : автореф. дис. ... канд. экон. наук. СПб., 2005.

6. Современные проблемы экологии и природопользования [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие / авт.-сост. Т. Г. Зеленская, И. О. Лысенко, Е. Е. Степаненко и др. Ставрополь, 2013.

7. *Усов Б. А., Окольникова Г. Э., Акимов С. Ю.* Экология и производство строительных материалов // Системные технологии. 2015. № 17.

В. Г. Поляков, С. О. Яценко, Е. Д. Соболева

*Волгоградский государственный технический университет,
Волгоград, Российская Федерация*

ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ ДОМОСТРОЕНИЕ: ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ МНОГОЭТАЖНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА

Рассматриваются вопросы актуальности реализации принципов экологического домостроения в отношении многоэтажной жилой застройки. Сделан вывод о потенциальной возможности и необходимости обеспечения высокой экологичности многоэтажного жилья, его энергоэффективности и энергоактивности, безвредности для человека и иных параметров.

Ключевые слова: экологическое домостроение, многоэтажная застройка, экологичность.

Концепция экологического домостроения, представленная в работах Ю. Лапина, С. Валянского, Д. Калюжного, И. Огородникова, В. Карюкина и других, заключается в возведении энергоэффективного комфортного жилья с независимыми системами жизнеобеспечения и регенерацией отходов в виде частных одно- и двухэтажных построек общей площадью 100...200 м². Представленная идея имеет множество неоспоримых преимуществ в использовании жилой площади и в процессе ее возведения [2], к которым относятся экономические аспекты энергоэффективного использования жилья, качественные характеристики внутренней среды и многое другое.

Однако стоит отметить особенность современного восприятия экологического жилья исключительно малоэтажным и признать ошибочность стремления исследователей к резкому снижению плотности населения застраиваемых районов в угоду экологичности [3]. На наш взгляд, признать это трендом развития современного домостроения невозможно по причинам особенностей территориального развития современной России и стремления абсолютного большинства горожан проживать в высоко урбанизированных пространствах с шаговой доступностью любых объектов социальной инфраструктуры, таких как жилищно-коммунальное хозяйство, автодорожное хозяйство, здравоохранение, образование и др. [4]. В связи с этим не стоит ставить целью глобальный уход от многоэтажного домостроения, а лишь попытаться максимально привести в состояние экологичности уже существующие постройки и обязательно перевести многоэтажное строительство на высокий экологический уровень, когда ни при строительстве, ни при использовании жилье не будет вредить ни окружающей среде, ни человеку.

Концепция экологического домостроения может подойти для удаленных от центральных районов города, а также привести многое в современные многоэтажки. Имеются в виду системы автономности, энергоэффективности и энергоактивности, используемые строительные материалы и др.

Энергоэффективность многоквартирного дома можно повысить таким же образом, как и частной постройки. А именно использованием тепловых ге-

лиоприемников большей мощности, теплоулавливающих стен, гелиоколлекторов высокой емкости, ветровыми энергоисточниками и т. д. Водоэффективность, на наш взгляд, вообще является задачей исключительно коммунальных служб города. К примеру, установка водомеров каждому потребителю воды создает не только финансовые, но и психологические мотивы к ее экономному использованию. Разделение поставки питьевой воды и воды для прочих нужд с разной степенью очистки представляется нам рациональным, однако требующим оценки финансовой эффективности внедрения такой системы. Экологическая реабилитация водных объектов предусмотрена соответствующей государственной программой РФ [1].

Полной безотходности квартирного дома достичь не удастся, но основными направлениями максимально эффективного решения этой проблемы должны стать разработки в области утилизации мусора, его переработки и повторного использования. Отказ от централизованной канализации также нерационален и в какой-то мере абсурден. Здесь стоит направить усилия на разработку эффективных методов очистки сточных вод.

Особое внимание стоит обратить на такую логическую часть экологического домостроения, как здоровый дом. Концепция здорового дома рассматривает влияние экодома не на его внешнюю (окружающую) среду, а на внутреннюю — человека, в нем живущего. Добиться полной экологичности жилья для человека возможно не только в частном экодоме, но и в условиях квартиры в многоэтажном доме. Использование «чистых» стройматериалов, в некоторых случаях даже полезных для здоровья человека (бутовый камень, древесина и др.), обстановка квартир экологически нейтральной мебелью (отказ от ДСП, поролона и др.) и установка энерго-, водо-, газосберегающих и безвредных бытовых приборов вполне справятся с этой задачей и создадут комфортные условия для проживания людей в уже привычном мире многоэтажных домов.

Таким образом, постепенно концепция экологического домостроения перестанет существовать в ее начальном понимании. Уже сегодня она предполагает возможным объединение экодомов в экоселения с централизованными, но малопротяженными коммуникациями. В итоге ее достижения позволяют обеспечивать максимальную экологичность жилья вне зависимости от этажности застройки.

Библиографический список

1. Об утверждении государственной программы Российской Федерации «Обеспечение доступным и комфортным жильем и коммунальными услугами граждан Российской Федерации»: Постановление Правительства РФ от 30 декабря 2017 г. № 1710.
2. *Никифорова М. Е.* Организационно-экономическое развитие экологического домостроения. Методологические подходы. Берлин : LAP LAMBERT, 2011. 163 с.
3. *Ульянова О. Ю., Никифорова М. Е.* Методика оценки социальной и эколого-экономической эффективности экологического домостроения в регионе // Вопросы экономических наук. 2008. № 1(29). С. 98—101.
4. *Яценко С. О., Никифорова М. Е.* Оценка эффективности функционирования социальной инфраструктуры на основе расчета комплексного показателя // Экономика устойчивого развития. 2019. № 1(37). С. 341—344.

А. С. Поплевин

*Волгоградский государственный технический университет,
Волгоград, Российская Федерация*

АНАЛИЗ НЕСАНКЦИОНИРОВАННЫХ СВАЛОК НА ТЕРРИТОРИИ ВОЛГОГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ

Раскрываются сущностные характеристики проблемы несанкционированных свалок на территории Волгоградской области как одной из глобальных экологических проблем региона. Представлены данные о распределении несанкционированных свалок на территории Волгоградской области, произведен сравнительный анализ свалок региона по площади захлавленной территории и объему размещенных отходов. Выявлены возможные причины значительного количества несанкционированных свалок на территории Волгоградской области.

Ключевые слова: отходы производства и потребления, несанкционированная свалка, утилизация и размещение отходов, твердые коммунальные отходы, динамика увеличения объемов и площади отходов.

Отходами производства и потребления являются вещества или предметы, образующиеся в результате производственной деятельности, выполнения различных работ, оказания услуг или в процессе потребления, которые удаляются или подлежат удалению [3].

Проблему нерационального обращения с отходами производства и потребления принято считать одной из самых серьезных проблем современного общества, в том числе и для Волгоградской области. Данная проблема выражается, как правило, в значительном количестве несанкционированных свалок как на территории Волгограда, так и на территории Волгоградской области.

Прокуратурой, органами федерального и регионального надзора на территории Волгоградской области, а также органами государственного и муниципального контроля за последние годы пресечено свыше пяти тысяч правонарушений в сфере обращения с отходами производства и потребления, принято порядка трех тысяч мер административного реагирования, около полутора тысяч физических и юридических лиц, индивидуальных предпринимателей привлечены к различным видам ответственности [1].

Объемы образываемых на территории Волгоградской области отходов колоссальны. Среднегодовое значение образующихся на территории Волгоградской области отходов производства и потребления за период с 2018 по 2021 гг. составляет более трех миллионов отходов в год [5].

Таким образом, учитывая среднюю численность жителей Волгоградской области, которая составляет порядка 2,5 миллионов человек, на каждого жителя региона в день приходится более трех килограммов отходов.

При этом по информации Комитета природных ресурсов лесного хозяйства и экологии Волгоградской области, на территории города Волгограда и Волгоградской области по итогам 2020 года установлено порядка 400

несанкционированных свалок отходов производства и потребления [4]. Распределение несанкционированных свалок по административно-территориальным единицам региона за 2020 год представлено в табл. 1.

Таблица 1

Статистические данные по выявленным и неликвидированным несанкционированным свалкам отходов на территории Волгоградской области за 2020 год

Район	Количество свалок	Площадь свалки, м ²		Объем свалки, м ³	
		средняя	общая	средний	общий
Чернышковский	8	73,1	585	13,3	106,5
Старополтавский	8	100,25	802	86,7	693
Палласовский	6	20	120	6,8	41
Светлоярский	14	1021,4	14 300	47,6	666
Калачевский	6	5241,7	31 450	120,8	725
Среднеахтубинский	21	632,4	13 280	497,2	10 442
Киквидзенский	10	186	1860	13,6	136
Иловлинский	13	1900	24 697	112,7	1465
Камышинский	12	146,7	1760	23	276
Дубовский	14	156,8	2195	19,9	278
Ленинский	20	53,35	1067	8,15	163
Нехаевский	11	366,7	4033	10,9	120
Урюпинский	17	193,4	3288	8,82	150
Суровикинский	7	562,1	3935	336,6	294,5
Алексеевский	1	50	50	10	10
Михайловский	4	62	248	75,125	300,5
Клетский	7	100	700	86,3	604,4
Даниловский	2	20,5	41	3,5	7
Новониколаевский	11	662,6	7289	39,4	433
Котовский	6	1983,3	11 900	2,5	15
Руднянский	4	1138	4552	3,125	12,5
Еланский	3	58,3	175	0,5	1,5
Жирновский	6	60	360	17,25	103,5
Кумылженский	5	82,85	414,25	8,8	44
Новоаннинский	4	295	1180	5,25	21
Серафимовичский	14	42,5	595,5	30,1	421,9
г. Волжский	15	8028,2	120 424	3191,2	47 868
Волгоград	131	4248,9	556 610	391,1	51 237
Городищенский	19	97,6	1855	92,6	1760

Наибольшее их количество расположено на территории Волгограда (131), Среднеахтубинского района (21), Городищенского района (19), Ленинского района (20), Урюпинского района (17), г. Волжского (15).

Вместе с тем количество несанкционированных свалок, выявленных в 2021 году, составило 232 свалки, из которых большая часть приходится на Волгоград (45), Ленинский район (25), Дубовский район (21), Иловлинский район (17), Серафимовичский район (16), Городищенский район (16) [5]. Распределение несанкционированных свалок по административно-территориальным единицам региона за 2021 год представлено в табл. 2.

Таблица 2

Статистические данные по несанкционированным свалкам отходов на территории Волгоградской области за 2021 год

Район	Количество свалок	Площадь свалки, м ²		Объем свалки, м ³	
		средняя	общая	средний	общий
Чернышковский	3	18	54	9,3	28
Старополтавский	10	33,9	339	25,1	251
Палласовский	7	162,71	1139	68,3	478
Светлоярский	11	553,6	6090	37,3	410
Калачевский	4	5125	20 500	101,25	405
Среднеахтубинский	11	178,2	1960	24,9	274
Иловлинский	17	1041,2	17 700	120,2	2044
Дубовский	21	103,3	2170	10,6	223
Ленинский	25	35,4	884	7,2	179
Нехаевский	3	400	1200	8,3	25
Урюпинский	7	110,6	774	4,1	29
Суrowикинский	6	1243,7	7462	70,4	422,4
Михайловский	6	31,7	190	13,3	79,9
Клетский	12	70	840	52,9	634,2
Даниловский	2	30	60	12,5	25
Котовский	2	2400	4800	4	8
Руднянский	2	2700	5400	6	12
Жирновский	2	400	800	3	6
Кумылженский	5	23	115	3,6	18
Серафимовичский	16	40,7	651	24,05	384,8
г. Волжский	4	675	2700	40	160
Волгоград	45	451	20 292	185,7	8357
Городищенский	16	62,25	996	38,25	612

При этом по информации Комитета природных ресурсов лесного хозяйства и экологии Волгоградской области, за период 2021 года ликвидировано 308 несанкционированных свалок [5].

Также стоит отметить районы Волгоградской области, на которых по итогам 2021 года не установлено несанкционированных свалок отходов производства и потребления. В числе таких районов Киквидзенский, Алексеевский, Новониколаевский, Еланский, Новоаннинский.

Обобщенный анализ представленных в табл. 1 и 2 сведений позволяет выявить отсутствие прямой зависимости между объемом размещенных отходов, площадью несанкционированной свалки и их количеством.

В рассматриваемом случае показательными являются статистические данные по несанкционированным свалкам в Котовском и Руднянском районах, где внушительная площадь захлавленной территории не коррелирует со сравнительно низким количеством несанкционированных свалок и объемом размещенных отходов. Одной из причин вышеуказанного феномена является большое количество легких фракций твердых коммунальных отходов, переносимых ветром на значительные расстояния.

Кроме того, анализ вышеприведенных статистических данных позволяет сформировать зависимость количества несанкционированных свалок от степени развития инфраструктуры региона, числа жителей области, степени территориальной удаленности объектов размещения отходов, активности регионального оператора в области обращения с твердыми коммунальными отходами и т. д.

К основным причинам внушительного количества несанкционированных свалок на территории Волгоградской области следует отнести отсутствие достаточного количества полигонов для размещения отходов на внушительной территории области, отсутствие контейнерных площадок для сбора твердых коммунальных отходов вблизи жилых домов и объектов инфраструктуры.

Также одной из основных проблем на территории Волгоградской области является проблема утилизации строительных отходов, в результате чего образуются несанкционированные свалки мусора от сноса и демонтажа зданий, отходов от проведения строительных и ремонтных работ. Также следует выделить достаточно низкий уровень предоставления услуг по сбору и транспортированию отходов производства и потребления с территории муниципальных образований и частных домовладений, что приводит к увеличению числа несанкционированных свалок, преимущественно твердых коммунальных отходов [2].

На основании вышеизложенного можно сделать вывод, что ситуация в сфере обращения с отходами производства и потребления, в том числе с ликвидацией несанкционированных свалок на территории Волгоградской области, остается достаточно сложной и напряженной. Однако на территории Волгоградской области ведется большая работа региональными, федеральными, муниципальными органами власти, а также общественными организациями по улучшению ситуации в сфере обращения с отходами производства и потребления. Это выражается в модернизации имеющихся и строительстве новых объектов размещения отходов (полигонов), ликвидации объектов накопленного вреда от несанкционированного размещения отходов, усовершенствовании территориальной схемы в области обращения с отходами, введении в эксплуатацию современных мусороперерабатывающих станций, оборудовании контейнерных площадок для сбора отходов с жилых домов.

Библиографический список

1. Доклад о состоянии окружающей среды в Волгоградской области / П. В. Вергун и др. ; Комитет природных ресурсов, лесного хозяйства и экологии Волгоградской области. Волгоград, 2012. С. 5.
2. Малков М. А., Гурбанов И. В. Система управления отходами нуждается в совершенствовании // Коммунальный комплекс России. 2010. № 6—7. С. 90—95.
3. Об отходах производства и потребления : федеральный закон от 24 июня 1998 г. № 89-ФЗ // СЗ РФ. 1998. № 26. Ст. 1.
4. Доклад о состоянии окружающей среды в Волгоградской области в 2020 году / И. А. Панина [и др.] ; Комитет природных ресурсов, лесного хозяйства и экологии Волгоградской области. Волгоград : ТЕМПОРА, 2021. С. 300.
5. Доклад о состоянии окружающей среды в 2021 году / Е. И. Православнова [и др.] ; Комитет природных ресурсов, лесного хозяйства и экологии Волгоградской области. Волгоград : ТЕМПОРА, 2022. С. 275.

Н. М. Сергина, М. Д. Азарова, Р. В. Сущенко, Е. О. Брызгина

*Волгоградский государственный технический университет,
Волгоград, Российская Федерация*

О ВЛИЯНИИ МЕЛКОДИСПЕРСНОЙ ПЫЛИ НА ЗДОРОВЬЕ ЧЕЛОВЕКА И КАЧЕСТВО ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Описаны источники поступления в воздушную среду твердых взвешенных частиц PM_{10} , $PM_{2,5}$, их влияние на здоровье человека и качество окружающей среды, вопросы нормирования их содержания в воздушной среде.

Ключевые слова: твердые взвешенные частицы PM_{10} , $PM_{2,5}$, концентрация, мониторинг.

Одним из широко распространенных загрязнителей атмосферного воздуха являются взвешенные частицы (РМ). Они включают смесь твердых и жидких частиц, которые во взвешенном состоянии находятся в воздухе [1]. К мелкодисперсным относят частицы размерами менее 10 мкм (PM_{10}) и 2,5 мкм ($PM_{2,5}$) [1]. В $PM_{2,5}$ входят также частицы, имеющие размеры менее 0,1 мкм, — ультрамелкодисперсные частицы. По данным Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ), приведенным в [1], на большей части европейской территории $PM_{2,5}$ составляют 50...70 % от PM_{10} .

В число наиболее распространенных химических компонентов РМ входят нитраты, сульфаты, аммиак, другие неорганические ионы (хлорид-ионы, ионы магния, калия, натрия, кальция), элементарный и органический углерод, металлы (например, цинк, ванадий, медь, никель и кадмий), полициклические ароматические углеводороды (ПАУ), минералы земной коры и вода, связанная частицами [2].

В состав взвешенных частиц могут также входить и биологические компоненты — микроорганизмы и аллергены [2].

По результатам проведенной в Европе научно-исследовательской работы было установлено, что в составе выбросов в сельской местности содержится значительно больше нитратов и сульфатов, чем в городских и пригородных районах [1]. Причем в исследуемых районах отмечено возрастание содержания углерода в составе частиц PM_{10} в направлении от сельской местности к пригородам [1].

По происхождению взвешенные частицы можно разделить на антропогенные и природные. Первые из них, в свою очередь, подразделяют на первичные, т. е. те частицы, которые непосредственно выбрасываются в атмосферу, и на вторичные, т. е. те частицы, которые образуются в атмосфере [3].

Различные антропогенные источники поступления взвешенных частиц в городскую воздушную среду рассматриваются в работе [3].

Антропогенные источники первичных РМ — машиностроение, черная и цветная металлургия, производство строительных материалов, добыча

полезных ископаемых, строительство и т. д. Сюда же входят сжигание твердого топлива (угля, тяжелой нефти и биомассы), а также эрозия дорожных покрытий, обусловленная движением автотранспорта и истиранием тормозных колодок и шин [1].

К антропогенным источникам первичных РМ также относят дизельные и бензиновые двигатели внутреннего сгорания [1]. Например, в работе [4] приведены результаты исследований, в которых в качестве объекта исследований рассматривались твердые взвешенные частицы (ТВЧ), образующиеся при работе дизельных двигателей.

Естественные источники ТВЧ — почва, океаны, вулканы и пустыни [5]. Так, в работе [5] предполагается, что обработка почвы и ветровая эрозия являются двумя основными источниками выбросов частиц РМ_{2,5}. Морские источники взвешенных частиц перечисляются в работе [6].

Еще один источник образования ТВЧ — ресуспендирование почвы и пыли, в первую очередь, в засушливых районах или при переносе пыли на значительные расстояния (например, в страны Южной Европы из пустыни Сахара) [1].

Вторичные РМ образуются в атмосфере в результате химических реакций, в которых участвуют диоксид серы, оксиды азота и неметановые органические соединения [1].

Мелкодисперсные частицы, имея малые размеры, проникают в дыхательную систему человека. Их негативное воздействие на организм, вследствие кратковременной (на протяжении нескольких часов) и тем более длительной (на протяжении нескольких месяцев, лет) экспозиции, обуславливает [3, 7]:

1) возникновение или обострение респираторных и сердечно-сосудистых заболеваний;

2) смертность от этих заболеваний и рака легких.

Имеется достаточно доказательств того, что кратковременная экспозиция РМ₁₀ влияет на дыхательную систему [7]. Так, например, по проведенной оценке возрастание концентрации РМ₁₀ на 10 мкг/м³ обуславливает повышение смертности от всех причин на 0,2...0,6 % в сутки [8].

Вместе с тем более существенным фактором риска, с точки зрения смертности (особенно при длительной экспозиции), являются РМ_{2,5} [7]. При хронической экспозиции каждое повышение на 10 мкг/м³ концентрации этих частиц сопровождается ростом на 6...13 % долгосрочного риска кардиопульмональной смертности [9].

Негативное воздействие мелкодисперсной пыли на организм человека усиливается вследствие ее сорбционной способности, в результате которой эти частицы приобретают вторичные поражающие факторы [10].

В результате научных исследований, описанных в работе [11], было установлено, что загрязнение воздуха частицами РМ₁₀ при движении автотранспорта привело к возрастанию на 6 % общей смертности среди разных групп населения во Франции, Швейцарии и Австрии (что соответствует

почти 40 000 смертям в год дополнительно). При этом отмечено более 25 000 дополнительных случаев бронхита у взрослых, около 290 000 дополнительных случаев бронхита у детей и приблизительно 1 млн астматических приступов.

Авторами работы [12] были проведены исследования связи смертности от рака легких и средней долгосрочной концентрацией $PM_{2,5}$ в атмосферном воздухе. В исследованиях приняли участие 188 700 человек, никогда не куривших на протяжении всей своей жизни. В течение 26 лет этой работы было установлено, что при каждом увеличении содержания $PM_{2,5}$ на 10 мкг/м^3 смертность от рака легких возрастала на 15...27 % [12].

В результате воздействия PM на детей отмечено замедление темпов развития легких и нарушения легочной функции [13].

Авторами работ [14] проведено обобщение сведений о механизмах, обуславливающих влияние мелкодисперсных частиц на возникновение и обострение у человека сердечно-сосудистых заболеваний.

В работе [15] авторами показывается, каким образом при вдыхании ультратонкие частицы транспортируются как в сосудистую систему, так и в само сердце. При этом возникает сердечная аритмия, а также снижение коронарного кровотока и сократительной способности сердечной мышцы.

Проведенные в Канаде исследования долгосрочного воздействия $PM_{2,5}$ на смертность от сердечно-сосудистых заболеваний во взрослой группе населения также подтвердили влияние такого воздействия на возрастание общей смертности, в первую очередь от ишемической болезни [16].

Еще в 2005 г. в работе [17] высказано предположение, что ежегодно в Лондоне происходят 973 случая смерти и 1515 — госпитализации, обусловленных содержанием в воздухе PM_{10} .

Результаты исследований, проведенных в Гарварде (США) и Шанхае (КНР), также подтвердили негативное воздействие PM_{10} и $PM_{2,5}$ на здоровье человека [18, 19].

В Мадриде (Испания) проведены исследования по оценке влияния $PM_{2,5}$ на здоровье людей в возрасте старше 75 лет. В результате установлено, что присутствие в воздухе этих частиц явилось причиной летальных исходов в 5,41 % от общей смертности. При этом воздействие этих частиц вызвало смерть от болезней, связанных с кровеносной системой, в 8,12 % случаев и от респираторных заболеваний — в 10,9 % случаев [20].

Связь между длительным воздействием некоторых загрязняющих веществ, в том числе PM_{10} и $PM_{2,5}$ и причинами смертности людей в Англии прослеживается в работе [21]. Результаты, представленные в этой работе, подтверждаются данными, полученными ранее для юго-западных районов Франции [22] и показывающими значительную связь между загрязнением воздуха и несчастными специфическими смертями в группе людей всех возрастов и в группе людей в возрасте старше 65 лет.

В глобальном масштабе по данным, приведенным ВОЗ в [7], примерно 3 % летальных исходов, вызванных кардиопульмонарной патологией и 5 %

смертей, вызванных раком легких, относятся к результатам воздействия РМ. В разных районах Европейского региона ВОЗ эти доли составляют 1...3 % и 2...5 % соответственно [23]. Согласно проведенным расчетам на долю загрязнения атмосферного воздуха РМ_{2,5} в 2010 г. во всем мире приходилось 3,1 млн случаев смерти и около 3,1 % числа утраченных лет здоровой жизни [23]. В странах Европейского региона ВОЗ уменьшение ожидаемой продолжительности жизни людей из-за воздействия РМ_{2,5} в среднем составляет примерно 8,6 месяцев [7].

Результаты проведенного ВОЗ научного проекта АРНЕКОМ («Совершенствование знаний и коммуникации для обеспечения принятия решений в отношении загрязнения воздуха и охраны здоровья в Европе») показали, что, если бы в настоящее время в городах с самым высоким уровнем загрязнения удалось уменьшить среднегодовую концентрацию РМ_{2,5} до уровня, рекомендованного ВОЗ в РКВ, то средняя ожидаемая продолжительность жизни могла бы возрасти почти на 20 месяцев.

В мировой практике важными для здоровья человека считаются две характеристики взвешенных частиц — их дисперсный состав и массовая концентрация. При этом для расчета последней используются следующие выражения [24]:

$$PM_{10} = 0,55TSP; \quad (1)$$

$$PM_{2,5} = (0,33 - 0,36)TSP; \quad (2)$$

$$PM_{2,5} = (0,56 - 0,6)PM_{10}, \quad (3)$$

где TSP — общая концентрация пыли, $мкг/м^3$.

ВОЗ имеет информационную систему по окружающей среде и здоровью (ENHIS). Эта система строится:

1) на данных, которые предоставляются странами-членами ЕС в базу данных о качестве воздуха (AirBase) Европейского агентства по охране окружающей среды [25];

2) данных мониторинга частиц РМ₁₀, которые предоставляются из разных пунктов проведения измерений [7].

Данные измерений, проведенных еще в 2010 г. в 403 городах 34 государств, входящих в Европейский регион ВОЗ, в виде экспозиции населения, выраженной в значениях среднегодовой концентрации РМ₁₀, взвешенной по численности населения, показаны на рис. 1 [7]. Результаты измерений показали, что только в 9 странах в их некоторых городах величина концентрации РМ₁₀ была ниже годового уровня, установленного ВОЗ в Рекомендациях по качеству атмосферного воздуха (РКВ), и составляющего $20 мкг/м^3$ [7]. Причем почти 83 % населения проживают в условиях с превышением этого показателя [7].

В рамках международного проекта «Глобальное бремя болезней травматизма и рисков» получены результаты оценки концентраций РМ_{2,5} (рис. 2) [26].

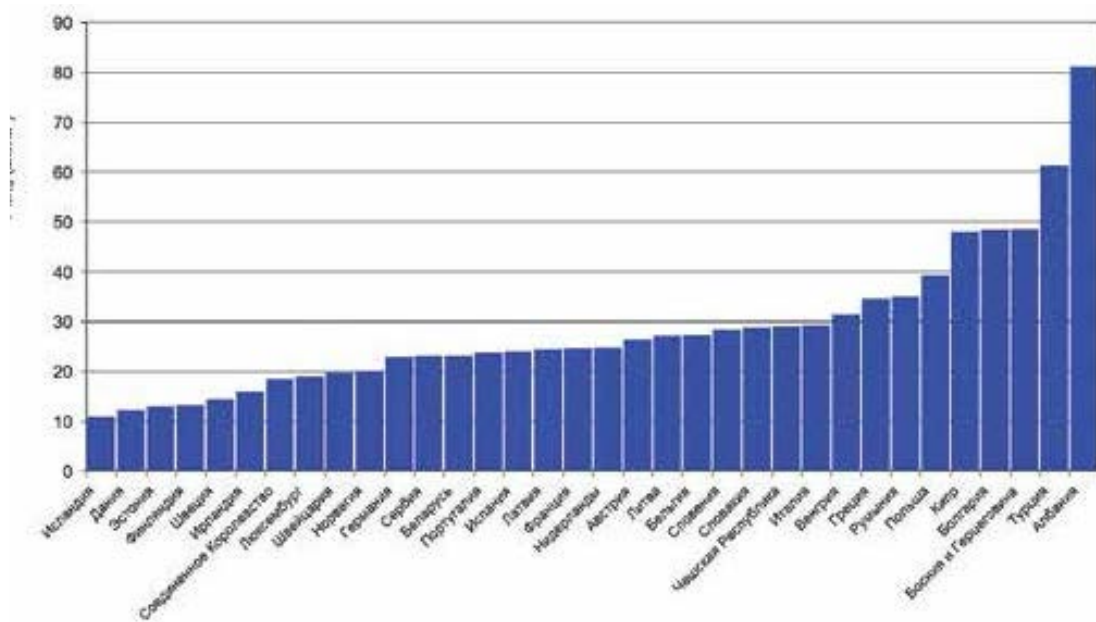


Рис. 1. Среднегодовая экспозиция PM₁₀, взвешенная по численности населения, в городах стран-членов Европейского региона ВОЗ [7]

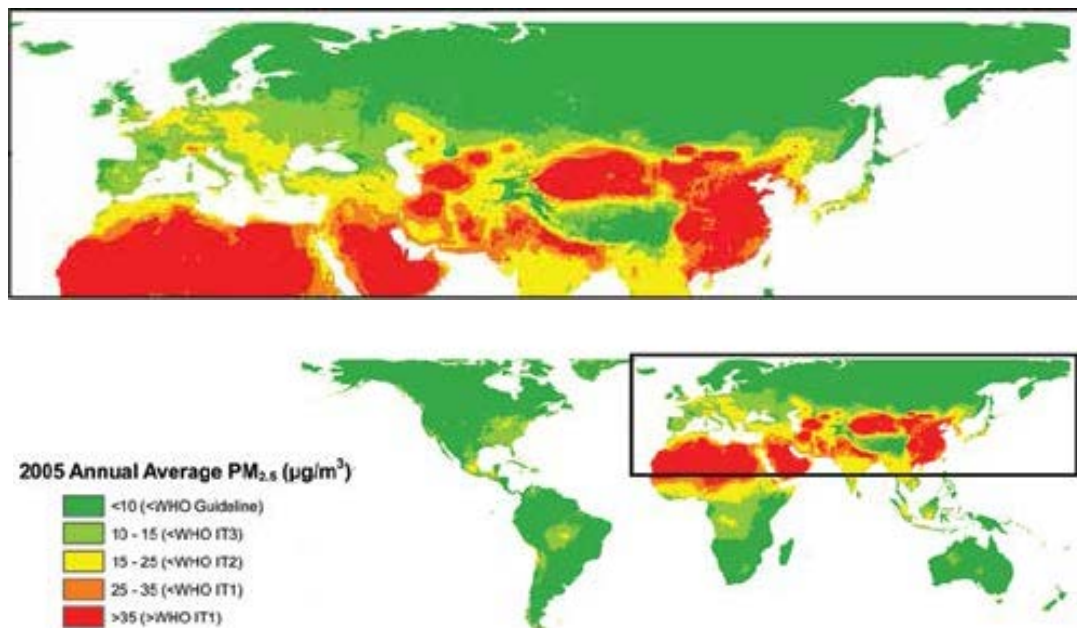


Рис. 2. Расчетные среднегодовые концентрации PM_{2,5} за 2005 г. [26]

Во многих работах прослеживается связь между массовыми концентрациями PM_{2,5} и PM₁₀. Как показывают авторы работы [1], в разных районах Европы наблюдается соотношение

$$PM_{2,5} = (0,5 - 0,9)PM_{10}. \quad (4)$$

По результатам исследований, проведенных в Нигерии, установлено, что [6]

$$PM_{2,5} = (0,32 \mp 0,04)PM_{10}. \quad (5)$$

В России с 1 января 2022 г. вступил в силу разработанный сотрудниками кафедры БЖДСиГХ ВолГТУ совместно с АО «НИИ „Атмосфера“» ГОСТ Р 59667—2021 «Качество атмосферного воздуха. Методика определения фракционного состава пыли оптическим методом. Расчет концентраций взвешенных веществ PM₁₀, PM_{2,5} в атмосферном воздухе на основе фракционного состава». Согласно ему концентрация взвешенных частиц PM_{2,5} и PM₁₀ в атмосферном воздухе определяется как результат умножения концентрации пыли в атмосферном воздухе на долю массы пыли, приходящейся на частицы с размером 2,5 и 10 мкм. Расчет проводится по выражениям:

для взвешенных частиц PM_{2,5}

$$C_{PM_{2,5}} = D(2,5)C / 100, \quad (6)$$

где $C_{PM_{2,5}}$ — концентрация взвешенных частиц PM_{2,5} в атмосферном воздухе, мг/м³; C — концентрация пыли в атмосферном воздухе, мг/м³; $D(2,5)$ — доля массы пыли, приходящейся на частицы размером 2,5 мкм, %;

для взвешенных частиц PM₁₀

$$C_{PM_{10}} = D(10)C / 100, \quad (7)$$

где $C_{PM_{10}}$ — концентрация взвешенных частиц PM₁₀ в атмосферном воздухе, мг/м³; $D(10)$ — доля массы пыли, приходящейся на частицы размером 10 мкм, %.

В 2005 году ВОЗ был сделан последний глобальный пересмотр рекомендаций по качеству атмосферного воздуха. Рекомендованы следующие значения концентраций мелкодисперсных частиц [7]:

для PM_{2,5}: среднегодовая — 10 мкг/м³, среднесуточная — 25 мкг/м³ (с превышением продолжительностью не более трех дней в году);

для PM₁₀: среднегодовая — 20 мкг/м³, среднесуточная — 50 мкг/м³.

С целью постепенного перехода к более низким концентрациям для наиболее загрязненных районов установлены промежуточные целевые показатели [7].

В России нормирование концентраций мелкодисперсных частиц в воздухе населенных мест впервые проведено в 2010 г. Установлены следующие показатели:

для PM_{2,5}: среднегодовая концентрация — 0,025 мг/м³, среднесуточная — 0,035 мг/м³, максимально разовая — 0,16 мг/м³;

для PM₁₀: среднегодовая концентрация — 0,04 мг/м³, среднесуточная — 0,06 мг/м³, максимально разовая — 0,3 мг/м³.

Следует также отметить, что к настоящему времени в России уже накоплен некоторый опыт по организации наблюдения за концентрациями мелкодисперсных частиц в рамках мониторинга качества атмосферного воздуха, но только в крупных промышленных центрах, в частности, в Санкт-Петербурге [27].

Библиографический список

1. Physical and chemical characteristics of particulate matter from 60 rural, and kerbside sites across Europe / J.-P. Putaud [et al.] // *Atmospheric Environment*. 2010. Vol. 44. № 10. Pp. 1308—1320.
2. Природопользование / Э. М. Соколов [и др.]. М. ; Тула : ИПП «Гриф и Ко», 2020. 522 с.
- 3 Влияние мелкодисперсной пыли на биосферу и здоровье человека / С. З. Калаева [и др.] // *Известия ТулГУ. Сер.: Науки о Земле*. 2016. Вып. 3. С. 40—58.
4. Possible mechanisms of cardiovascular effects of inhaled particles: systemic translocation and prothrombotic effects / A. Nemmar [et al.] // *Toxicology Letters*. 2004. Vol. 149. № 1—3. Pp. 243—253.
5. PM_{2,5} and PM₁₀ emissions from agricultural soils by wind erosion / H. Li [et al.] // *Aeolian Research*. 2015. Vol. 19. Part B. Pp. 171—182.
6. *Akinlade G. O., Olaniyi H. B., Olise F. S.* Spatial and temporal variations of the particulate size and chemical composition over Ibadan, Nigeria // *Environmental Monitoring and Assessment*. 2015. Vol. 187. P. 544.
7. Воздействие взвешенных частиц на здоровье // Всемирная организация здравоохранения. 2013. Режим доступа : [http : // www.euro/who.int](http://www.euro/who.int).
8. Acute effects of ambient particulate matter on mortality in Europe and North America: results from APHENA / E. Samoli [et al.] // *Environmental Health Perspectives*. 2008. Vol. 116(11). Pp. 1480—1486.
9. Exposure assessment for estimation of the global burden of disease attributable to outdoor air pollution / M. Brauer [et al.] // *Environmental Science and Technology*. 2012. Vol. 46. Pp. 652—660.
10. *Сергина Н. М., Неумержицкая Н. В., Дружинин Д. С.* О влиянии древесной пыли на природную среду при строительстве и эксплуатации объектов агропромышленного комплекса // *Успехи современной науки*. 2017. Т. 2. № 6. С. 91—94.
11. Public-health impact of outdoor and traffic-related air pollution: a European assessment / N. Kunzli [et al.] // *The Lancet*. 2002. Vol. 356. № 9232. Pp. 795—801.
12. Long-term Ambient Fine Particulate Matter Air Pollution and Lung Cancer in a Large Cohort of Never-Smokers / C. T. Michelle [et al.] // *American journal of respiratory and care medicine*. 2011. Vol. 184. № 12. Pp. 1374—1381.
13. Exposure to air pollution (particulate matter) in outdoor air. Copenhagen : WHO Regional Office for Europe, 2011. URL : http://www.euro.who.int/_data/assets.
14. Effects of particulate matter (PM₁₀, PM_{2.5}, PM₁) on the cardiovascular system / G. Policetti [et al.] // *Toxicology*. 2009. Vol. 261. № 1—2. Pp. 1—8.
15. *Simkhovich B. Z., Kleinman M. T., Kloner R. A.* Air Pollution and Cardiovascular Injury: Epidemiology, Toxicology and Mechanisms // *Journal of the American College of Cardiology*. 2008. Vol. 52. № 9. Pp. 719—726.
16. Risk of Nonaccidental and Cardiovascular Mortality in Relation to Long-term Exposure to Low Concentrations of Fine Particulate Matter: A Canadian National-Level Cohort Study / D. L. Crouse [et al.] // *Environmental Health Perspectives*. 2012. Vol. 20. № 5. Pp. 708—714.
17. *Namdeo A., Bell M. C.* Characteristics and health implications of fine and coarse particulates at roadside, urban background and rural sites in UK // *Environment International*. 2005. Vol. 31. № 4. Pp. 565—573.
18. Differentiating the effects of fine and coarse particles on daily mortality in Shanghai, China / H. Kan [et al.] // *Environment International*. 2007. Vol. 33. № 3. Pp. 376—384.
19. Reduction in Fine Particulate Air Pollution and Mortality Extended Follow-up of the Harvard Six Cities Study / F. Laden [et al.] // *American journal of respiratory and care medicine*. 2006. Vol. 173. № 6. Pp. 667—672.

20. *Simkhovich B. Z., Kleinman M. T., Kloner R. A.* Air Pollution and Cardiovascular Injury: Epidemiology, Toxicology and Mechanisms // *Journal of the American College of Cardiology*. 2008. Vol. 52. № 9. Pp. 719—726.

21 Mortality Association with Long-term Exposure to Outdoor Air Pollution in a National English Cohort № 11. Pp. 1226—1233.

22. Difference in the relation between on daily mortality and air pollution among elderly and all-ages populations in southwestern France / L. Filleul [et al.] // *Environmental Research*. 2004. Vol. 94. № 3. Pp. 249—253.

23. Urban air pollution / A. J. Cohen [et al.] // *Comparative quantification of health risks. Global and regional burden of disease attributable to selected major factors*. Geneva : World Health Organization, 2004. 2(17). Pp. 1354—1433.

24. Загрязнение атмосферного воздуха города Белгорода частицами пыли малых размеров / А. Э. Боровлев [и др.] // *Ученые записки : электронный научный журнал Курского государственного университета*. 2013. №1(25). Режим доступа : <http://scientific-notes.ru>.

25. AirBase: public quality database [online database] Copenhagen : European Environment Agency, 2012. URL : <http://www.eea.europa.eu/themes/air/airbase>.

26. Exposure assessment for estimation of the global burden of disease attributable to outdoor air pollution / M. Brauer [et al.] // *Environmental Science and Technology*. 2012. Vol. 46. Pp. 652—660.

27. *Азаров В. Н., Калюжина Е. А.* Об организации мониторинга PM10 и PM2,5 на примере г. Волгограда // *Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета*. Серия: Строительство и архитектура. 2011. № 25(44). С. 398—401.

Н. М. Сергина, С. Д. Лабутина

*Волгоградский государственный технический университет,
Волгоград, Российская Федерация*

СИСТЕМА ДЛЯ ЗАЩИТЫ ВОЗДУШНОЙ СРЕДЫ ОТ ПЫЛЕВОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ

Описана компоновка инженерно-экологической системы с вихревыми инерционными пылеуловителями со встречными закрученными потоками. Приводятся результаты расчетной и экспериментальной оценки характеристик системы.

Ключевые слова: инженерно-экологическая система, аэродинамическое сопротивление, вихревой инерционный пылеуловитель со встречными закрученными потоками (ВЗП).

Значительная часть современных технологических процессов связана с изготовлением, переработкой, транспортированием и применением порошкообразных материалов и сопровождается интенсивным выделением и поступлением в атмосферный воздух значительных количеств пыли. В сложившейся экологической обстановке даже при относительно низких начальных концентрациях это повышает техногенное воздействие на окружающую природную среду, а также влечет за собой потери ценных компонентов.

В сложившейся практике проектирования инженерно-экологических систем наибольшее распространение получили многоступенчатые установки очистки промышленных выбросов от взвешенных веществ. При этом для многих производств с целью достижения нормативов допустимых выбросов и технологических нормативов выбросов, как правило, используются системы пылеулавливания с установкой пылеулавливающего оборудования разных типов. Отличаясь высокой эффективностью, аппараты мокрой очистки, рукавные фильтры и электрофильтры характеризуются значительными капитальными и эксплуатационными затратами, вследствие энергоемкости установок пылеочистки и особых требований к условиям их эксплуатации. Кроме того, во многих случаях установка перечисленных пылеуловителей невозможна, что обусловлено либо особенностями технологических процессов, либо специфическими свойствами улавливаемой пыли. Поэтому актуальными остаются исследования, направленные на разработку и научное обоснование альтернативных решений по компоновке систем защиты окружающей среды от пылевого загрязнения.

Актуальность таких исследований обусловлена также реализацией в России федерального проекта «Чистый воздух» в рамках национального проекта «Экология», согласно Паспорту которого (утвержден президиумом Совета при Президенте РФ по стратегическому развитию и национальным проектам, протокол от 24.12.2018 № 16) одним из целевых показателей проекта является «уменьшение не менее чем на 20 процентов совокупного объема выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух в наиболее

загрязненных городах» к 2025 году. Кроме того, в Российской Федерации осуществляется переход на принципы наилучших доступных технологий (НДТ), и распоряжением Правительства РФ от 24.12.2014 № 2674-р (в ред. от 24.05.2018) «Об утверждении Перечня областей применения наилучших доступных технологий» оборудование, технические способы и методы, используемые для очистки выбросов загрязняющих веществ на предприятиях, включены в этот перечень.

Решению задачи повышения экологической и энергетической эффективности систем защиты окружающей среды от загрязнения промышленной пылью может способствовать установка в системах обеспыливания выбросов вихревых инерционных пылеуловителей со встречными закрученными потоками (ВЗП), преимущества которых перед другими пылеулавливающими аппаратами хорошо известны и подтверждены многолетним опытом эксплуатации на различных предприятиях, как в России, так и за рубежом, в том числе и в производстве строительных материалов, изделий и конструкций [1—5].

Анализ материалов, представленных в известных научно-технических источниках, а также опыта эксплуатации ВЗП на разных предприятиях позволил выделить несколько вариантов использования этих аппаратов.

Один из вариантов предполагает установку ВЗП для очистки потока, отсасываемого из бункера другого пылеуловителя. Второй способ использования пылеуловителей ВЗП — установка в качестве одной из ступеней очистки в системах обеспыливания выбросов в атмосферу. Третий вариант использования аппаратов ВЗП — установка в системе пылеулавливания только этих пылеуловителей.

Пример системы с последовательно-параллельным соединением аппаратов ВЗП с устройством отсоса в нижней части одного из пылеуловителей демонстрирует рис. 1 [6].

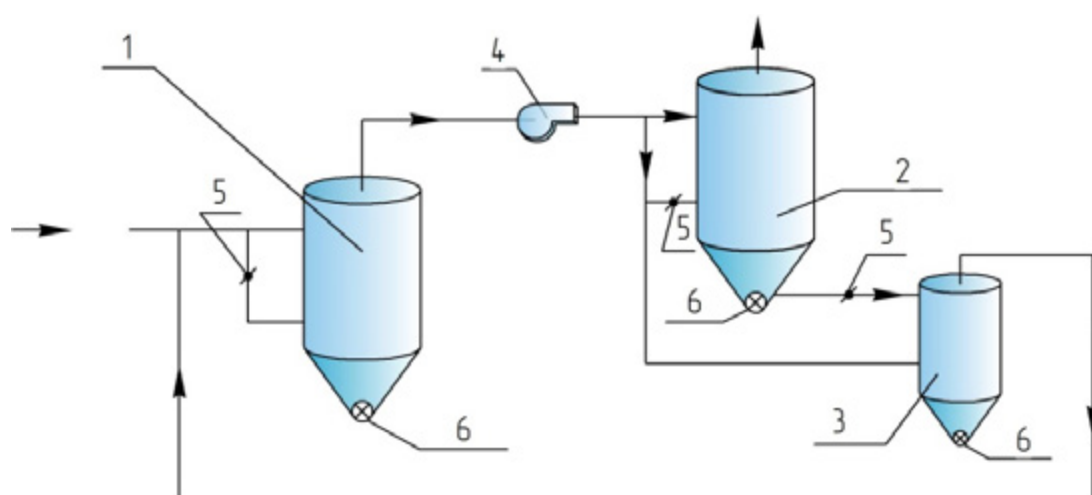


Рис. 1. Компонновка системы пылеулавливания при последовательно-параллельном размещении аппаратов ВЗП [6]: 1, 2 — соединенные последовательно аппараты ВЗП; 3 — вспомогательный пылеуловитель ВЗП меньшего размера; 4 — вентилятор; 5 — шиберы; 6 — шлюзовые затворы

В этой системе очищаемый поток проходит очистку в пылеуловителе ВЗП первой ступени, затем направляется в аппарат ВЗП второй ступени и параллельно в нижний вход вспомогательного пылеуловителя. Из бункера аппарата второй ступени организован отсос уловленной пылевоздушной смеси. Отсасываемый поток подается на верхний ввод третьего пылеуловителя. После очистки в дополнительном аппарате рециркуляционный поток возвращается в систему пылеулавливания.

Согласно расчетной схеме (рис. 2)

$$\begin{cases} \bar{G}_{ул1} + \bar{G}_{вых1} = 1 + \bar{G}_{вых3}; \\ \bar{G}_{ул1} = \eta_1 (1 + \bar{G}_{вых3}); \\ \bar{G}_{ул2} + \bar{G}_{вых2} = \bar{G}_{вых1} - \bar{G}_{вых3} - k\bar{G}_{ул2}; \\ \bar{G}_{ул2} = \eta_2 (\bar{G}_{вых1} - \bar{G}_{вых3} - \bar{G}_{ул2}); \\ \bar{G}_{ул3} + \bar{G}_{вых3} = \bar{G}_{вых3} + k\bar{G}_{ул2}; \\ \bar{G}_{ул3} = \eta_3 (\bar{G}_{вых3} + \bar{G}_{ул2}). \end{cases} \quad (1)$$

Полученные на основе решения системы (1) выражения для оценки эффективности $\eta_{сист}$ или проскока $\varepsilon_{сист}$ имеют вид

$$\eta_{сист} = \frac{\eta_1 [\eta_2 + \eta_3 (1 - \eta_2)] + \eta_3 [\eta_1 + \eta_2 (1 - \eta_1)]}{\eta_3 + \eta_2 [\eta_1 + \eta_3 (1 - \eta_1)]}, \quad (2)$$

$$\varepsilon_{сист} = \frac{\varepsilon_1 \varepsilon_2 (1 - \varepsilon_3)}{1 - \varepsilon_3 + (1 - \varepsilon_2)(1 - \varepsilon_1 \varepsilon_3)}. \quad (3)$$

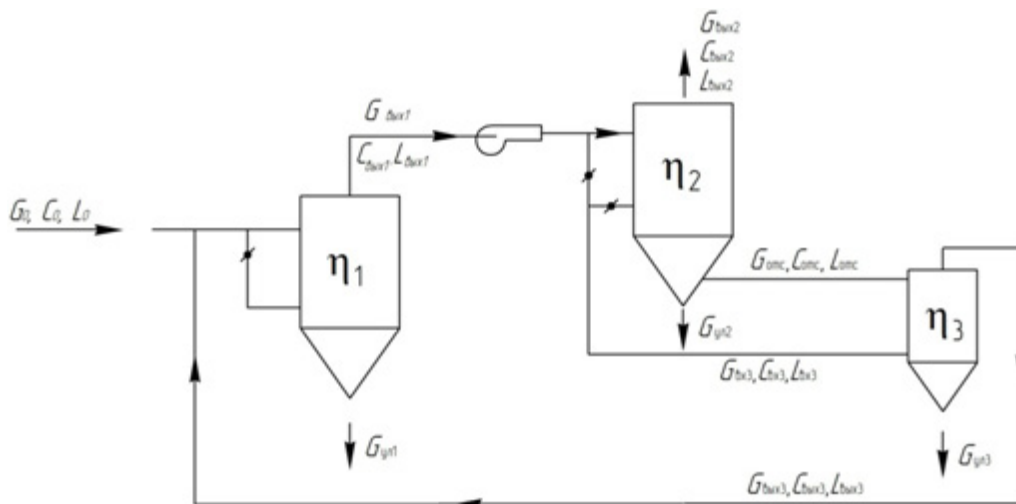


Рис. 2. Схема к оцениванию эффективности системы с последовательно-параллельным соединением аппаратов ВЗП

Испытания системы проведены на установке, основные элементы которой показаны на рис. 3.

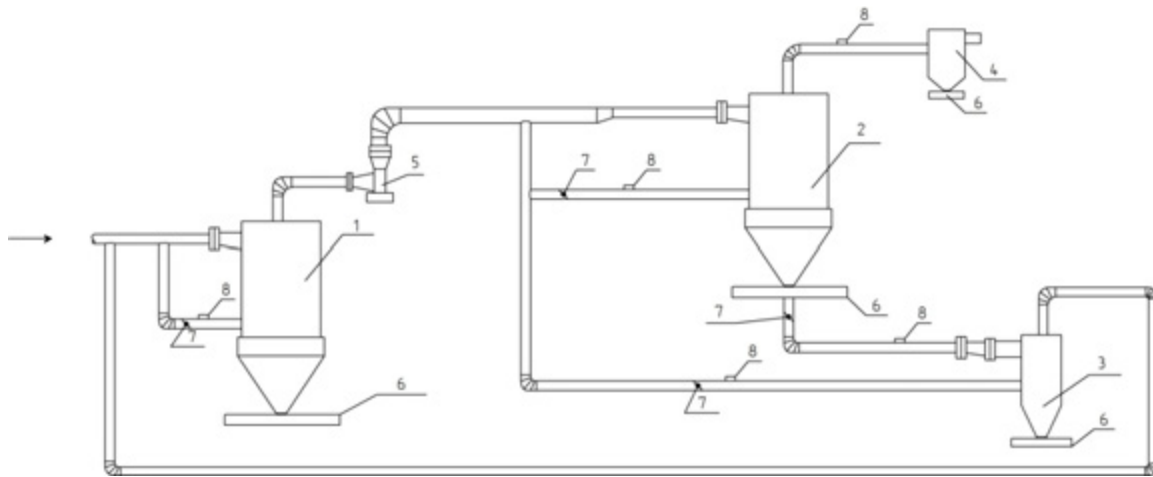


Рис. 3. Основные элементы экспериментальной установки: 1, 2 — последовательно соединенные основные аппараты ВЗП; 3 — вспомогательный аппарат ВЗП; 4 — рукавный фильтр; 5 — вентилятор; 6 — пылеприемник; 7 — регулирующие заслонки; 8 — штуцеры для проведения замеров

Для проведения экспериментальных исследований использован план полного факторного эксперимента при следующих определяющих факторах и их значениях:

- 1) отношение диаметра вспомогательного пылеуловителя к диаметру основного (относительный диаметр) \bar{D} (0,4; 0,6; 0,8);
- 2) доля расхода, подаваемого в дополнительный аппарат A (0,2; 0,3; 0,4);
- 3) доля расхода, отсасываемого из нижней зоны основного пылеуловителя второй ступени $\bar{L}_{отс}$ (0,1; 0,2; 0,3).

Результаты экспериментальной оценки величины проскока показаны в табл. 1. Графическая интерпретация полученных данных представлена на рис. 4, 5.

Таблица 1

Результаты экспериментальной оценки $\epsilon_{сист}$

Определяющие факторы			$\epsilon_{сист}$, %	
\bar{D}	A	$\bar{L}_{отс}$	экспериментальные данные	результаты расчетов
1	2	3	4	5
0,4	0,2	0,1	2,1	2,0
0,4	0,2	0,2	1,02	1,1
0,4	0,2	0,3	7,16	7,2
0,4	0,3	0,1	2,6	2,38
0,4	0,3	0,2	1,5	1,48
0,4	0,3	0,3	7,48	7,53
0,4	0,4	0,1	3,05	3,0
0,4	0,4	0,2	2,08	2,1
0,4	0,4	0,3	8,2	8,17
0,4	0,2	0,1	2,16	2,2
0,6	0,2	0,2	1,29	1,33
0,6	0,2	0,3	7,33	7,41
0,6	0,3	0,1	2,54	2,57
0,6	0,3	0,2	1,72	1,7

. кончание табл. 1

Определяющие факторы			$\epsilon_{\text{сист}}, \%$	
\bar{D}	A	$\bar{L}_{\text{отс}}$	экспериментальные данные	результаты расчетов
0,6	0,3	0,3	7,81	7,8
0,6	0,4	0,1	3,24	3,2
0,6	0,4	0,2	2,29	2,3
0,6	0,4	0,3	8,4	8,43
0,6	0,2	0,1	2,35	2,4
0,8	0,2	0,2	1,45	1,54
0,8	0,2	0,3	7,62	7,66
0,8	0,3	0,1	2,73	2,76
0,8	0,3	0,2	1,81	1,92
0,8	0,3	0,3	8,1	8,0
0,8	0,4	0,1	3,32	3,39
0,8	0,4	0,2	2,5	2,55
0,8	0,4	0,3	8,6	8,67

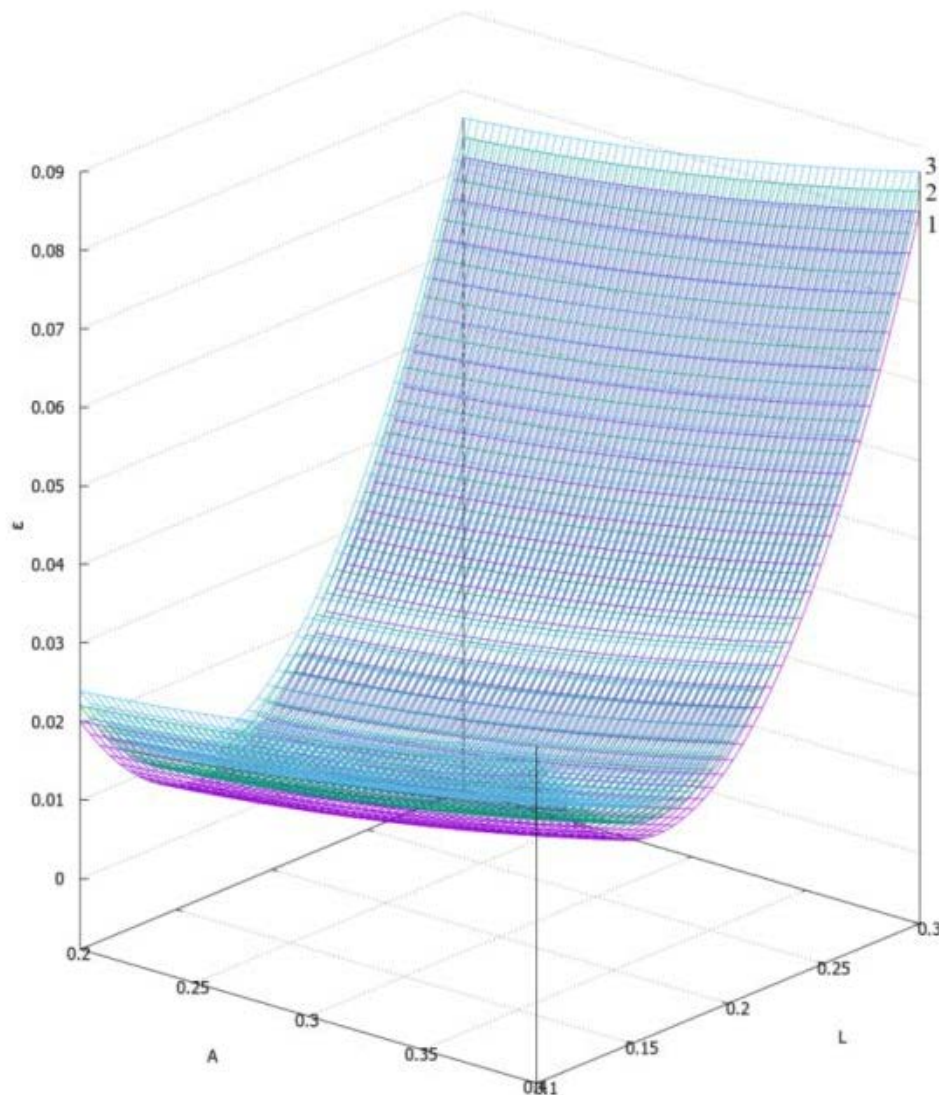


Рис. 4. Изменение $\epsilon_{\text{сист}}$ в зависимости от $\bar{L}_{\text{отс}}$ и \bar{D} при разных значениях доли расхода, подаваемого в дополнительный аппарат: 1 — $A = 0,2$; 2 — $A = 0,3$; 3 — $A = 0,4$

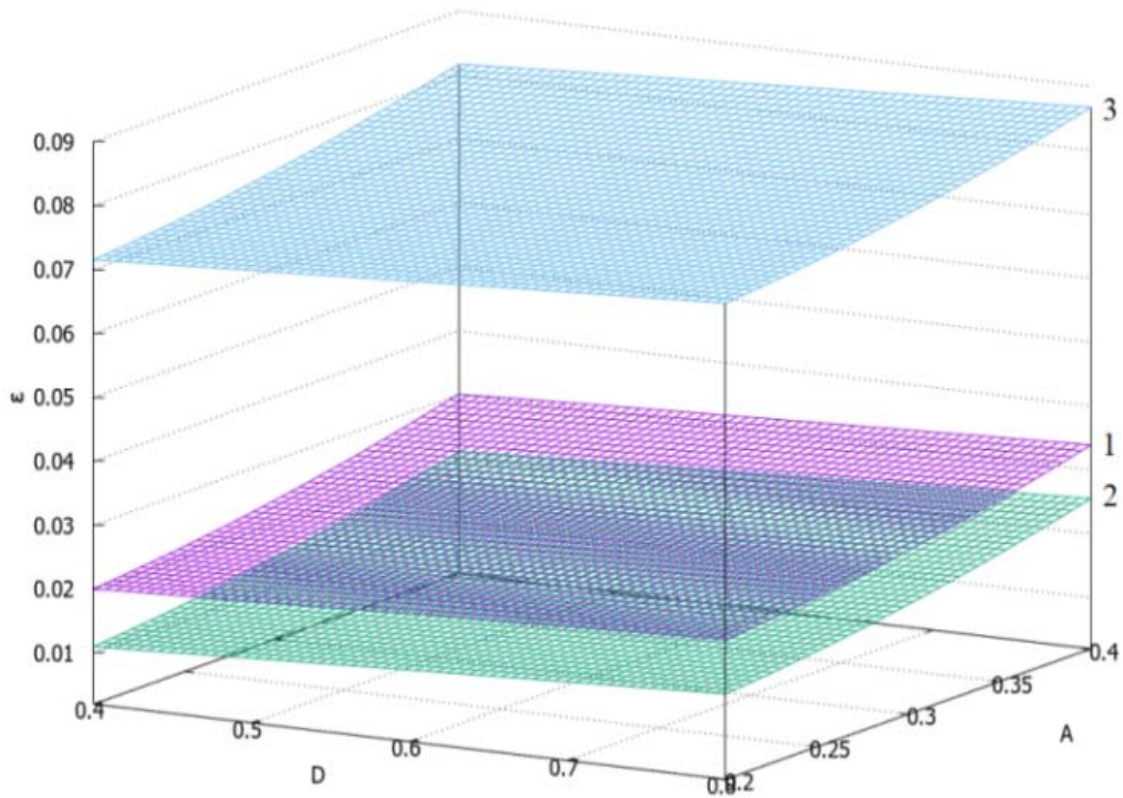


Рис. 5. Изменение $\varepsilon_{\text{сист}}$ в зависимости от A и \bar{D} :
 1 — при $\bar{L}_{\text{отс}} = 0,1$; 2 — при $\bar{L}_{\text{отс}} = 0,2$; 3 — при $\bar{L}_{\text{отс}} = 0,3$

Зависимость величины проскока от режимных и конструктивных параметров системы аппроксимируется выражением

$$\varepsilon_{\text{сист}} = 0,0192 - 0,0012(\bar{D} - 3,96)^2 + 0,128(A - 0,106)^2 + 3,48(\bar{L}_{\text{отс}} - 0,164)^2 + 0,015\bar{D}\bar{L}_{\text{отс}} + 0,004A\bar{L}_{\text{отс}}, \quad (3)$$

при $0,4 \leq \bar{D} \leq 0,8$; $0,2 \leq A \leq 0,4$; $0,1 \leq \bar{L}_{\text{отс}} \leq 0,3$.

В качестве параметра, характеризующего энергозатраты на проведение процесса пылеочистки, принят коэффициент аэродинамического сопротивления системы $\zeta_{\text{сист}}$, величина которого определена как сумма потерь давления в основных аппаратах, отнесенная к динамическому давлению. Причем значение последнего определяется по скорости, соответствующей поступающему в систему расходу пылевоздушной смеси L_0 , и по диаметру основного пылеуловителя.

Обобщение результатов экспериментальной оценки $\zeta_{\text{сист}}$ представлено в табл. 2 и на рис. 6.

Результаты экспериментальной оценки $\zeta_{\text{сист}}$

Значения режимных параметров системы		$\zeta_{\text{сист}}$	
A	$\bar{L}_{\text{отс}}$	данные параметров системы эксперимента	данные расчетов
0,2	0,1	197,2	199,1
0,2	0,2	183,5	181,9
0,2	0,3	200,6	200,2
0,3	0,1	181,4	179,7
0,3	0,2	142,8	144,2
0,3	0,3	163,0	162,5
0,4	0,1	183,1	183,4
0,4	0,2	146,3	147,9
0,4	0,3	165,7	166,2

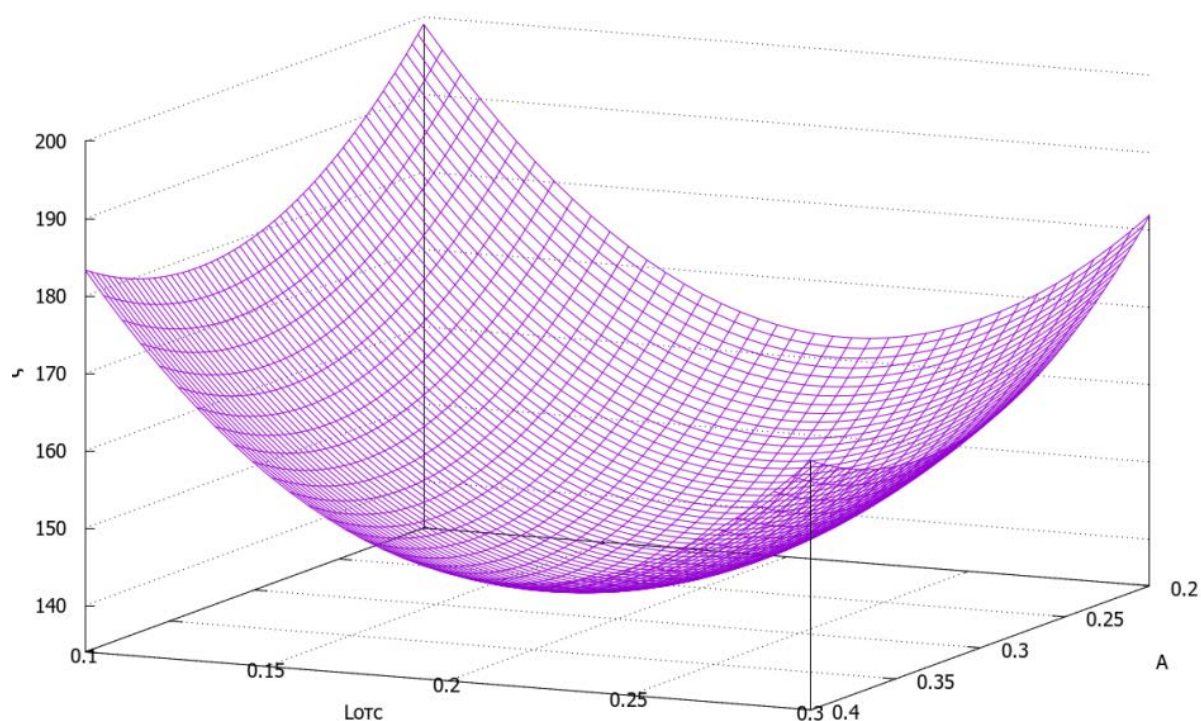


Рис. 6. Зависимость $\zeta_{\text{сист}}$ от доли расхода, подаваемого в дополнительный пылеуловитель, и величины расхода, отсасываемого в нижней части второго основного аппарата

Суммарные потери давления в основных пылеуловителях первой и второй ступени будут зависеть от двух параметров:

- 1) доли расхода, подаваемого в дополнительный пылеуловитель (A);
- 2) величины расхода, отсасываемого в нижней части второго основного аппарата ($\bar{L}_{\text{отс}}$).

С одной стороны, организация отсоса обеспечивает снижение аэродинамического сопротивления второго основного пылеуловителя, но, с другой стороны, подача дополнительного объема пылевоздушной смеси в аппарат первой ступени обуславливает повышение потерь давления в нем.

Эта зависимость отображается формулой

$$\zeta_{\text{сист}} = 142,2 + 1156(A - 0,334)^2 + 2685(\bar{L}_{\text{отс}} - 0,216)^2, \quad (4)$$

при $0,2 \leq A \leq 0,4$; $0,1 \leq \bar{L}_{\text{отс}} \leq 0,3$.

Процесс обеспыливания выбросов в атмосферный воздух в системе, скомпонованной по рассматриваемой схеме, характеризуется следующими особенностями. Наименьший проскок пыли обеспечивается:

- 1) при установке дополнительного аппарата ВЗП с диаметром, составляющим 40 % от диаметра основных пылеуловителей;
- 2) подаче в дополнительный аппарат 20...25 % от объема пылевоздушной смеси, поступающей в систему;
- 3) величине расхода, отсасываемого в нижней части пылеуловителя второй ступени, составляющей 15...25 % от L_0 .

Вместе с тем минимальные значения величина $\zeta_{\text{сист}}$ приобретает при $A = (0,3 - 0,4)L_0$ и $\bar{L}_{\text{отс}} = (0,2 - 0,3)L_0$.

Таким образом, для эксплуатации такой системы можно рекомендовать следующие параметры:

- 1) диаметр вспомогательного пылеуловителя меньше диаметра основного в 2,5 раза;
- 2) на очистку в дополнительный аппарат ВЗП нужно направлять пятую часть первоначального объема пылевоздушной смеси;
- 3) объемный расход отсасываемого потока должен составлять четвертую часть первоначального объема пылевоздушной смеси.

Библиографический список

1. Азаров В. Н., Сергина Н. М. Системы пылеулавливания с инерционными аппаратами в производстве строительных материалов // Строительные материалы. 2003. № 8. С. 14—15.
2. Сергина Н. М., Абдулджалил М. С. А., Абрамова Л. М. Пылеуловители со встречными закрученными потоками в системах очистки пылевых выбросов в производстве строительных материалов // Инженерный вестник Дона. 2015. № 3. Режим доступа: <http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n3y2015>.
3. Сергина Н. М., Азаров Д. В., Гладков Е. В. Системы инерционного пылеулавливания в промышленности строительных материалов // Строительные материалы. 2013. № 2. С. 86—88.
4. Azarov V. N., Sergina N. M., Kondratenko T. O. Problems of protection of urban ambient air pollution from industrial dust emissions // MATEC Web of Conferences. 2017. 106, 07017. DOI: 10.1051/mateconf/201710607017 // https://www.matec-conferences.org/articles/mateconf/ref/2017/20/mateconf_spbw2017_07017/mateconf_spbw2017_07017.html.
5. Bogomolov A. N., Sergina N. M., Kondratenko T. O. On inertial systems, dust cleaning and dust removal equipment, and work areas in the production of aerated concrete from the hopper suction apparatus CSF // Procedia Engineering. 2016. V. 150. Pp. 2036—2041.
6. Система пылеулавливания : пат. 2343957 Рос. Федерация; МПК В 01 D 45/12, В 04 С 9/00. № 2007140507/15 ; заявл. 01.11.07; опубл. 20.01.09, Бюл. № 2.

Ю. В. Старцева¹, А. А. Чернущенко²

¹ *Санкт-Петербургский горный университет,
Санкт-Петербург, Российская Федерация*

² *Волгоградский государственный технический университет,
Волгоград, Российская Федерация*

АППАРАТЫ ОЧИСТКИ ВОЗДУХА НА ПРОИЗВОДСТВАХ СТРОИТЕЛЬНОЙ ИНДУСТРИИ

Рассмотрены основные аппараты по очистке выбросов от производств строительной индустрии. Приведены основные параметры, схемы, а также условия использования газоочистительных устройств.

Ключевые слова: очистка воздуха, эффективность очистки, пыль.

Выбросы строительных производств характеризуются большими объемами газовойоздушной смеси с высоким содержанием частиц пыли различной дисперсности и физико-химическими свойствами, а в некоторых производствах и необходимостью возврата уловленной пыли в технологический процесс. Вышеперечисленные факторы влияют на выбор аппаратов и методов очистки газов.

Мокрые методы очистки имеют эффективность улавливания пыли не менее 97 %, но имеют ограничения по применению. Пылеуловители коагуляционные мокрого типа (КМП) (рис. 1) используются для отчистки воздуха от минеральной пыли, содержащей до 15 % цементирующихся и слипающихся веществ, а пылеуловители коагуляционные центробежные мокрого типа (КЦМП) (рис. 2) — всех видов пыли, за исключением случаев, когда улавливаемая пыль способна цементироваться или кристаллизоваться в воде, образуя прочные отложения, превышающие 15 % по весу, а также для улавливания взрывоопасной пыли. Применение мокрых методов очистки на предприятиях по производству строительных материалов невозможно также на производствах с возвратом уловленной пыли в технологический процесс.

Широкое применение для улавливания пыли получили циклоны (рис. 3) с очисткой газов от пыли размером более 10 мкм и эффективностью улавливания 80...95 %. Коэффициент полезного действия циклона зависит от дисперсного состава и плотности частиц улавливаемой пыли, а также вязкости газа, зависящей от его температуры. Эффективность очистки резко снижается при подсосе атмосферного воздуха внутрь циклона, особенно через бункер; поэтому подсос должен быть минимальным (4...5 %).

Для очистки от неслипаемой или слабослипаемой пыли при производстве строительных материалов может применяться фильтр-циклон ФЦЗ-6 (рис. 4). Степень очистки аппарата составляет 96...98 %, производительность — 1500 м³/ч.

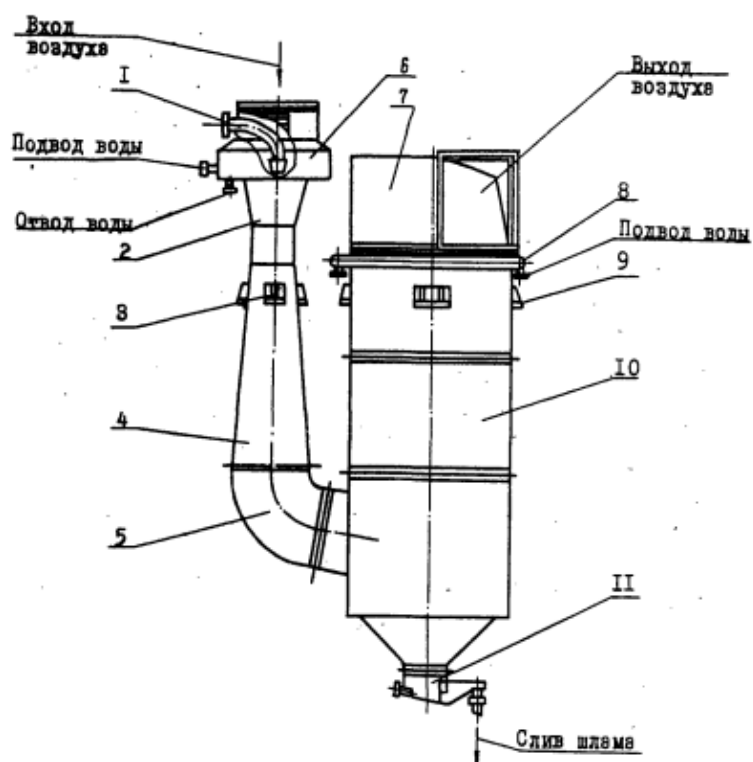


Рис. 1. Пылеуловители типа КМП: 1 — форсунка с подводящей трубой; 2 — корпус трубы коагулятора; 3 — опора трубы коагулятора; 4 — труба-коагулятор; 5 — отвод соединительный с прямоугольным фланцем; 6 — водяная камера; 7 — улитка воздухоотводящая; 8 — установка сопел орошения стенок каплеуловителя; 9 — опора каплеуловителя; 10 — каплеуловитель; 11 — гидрозатвор 1

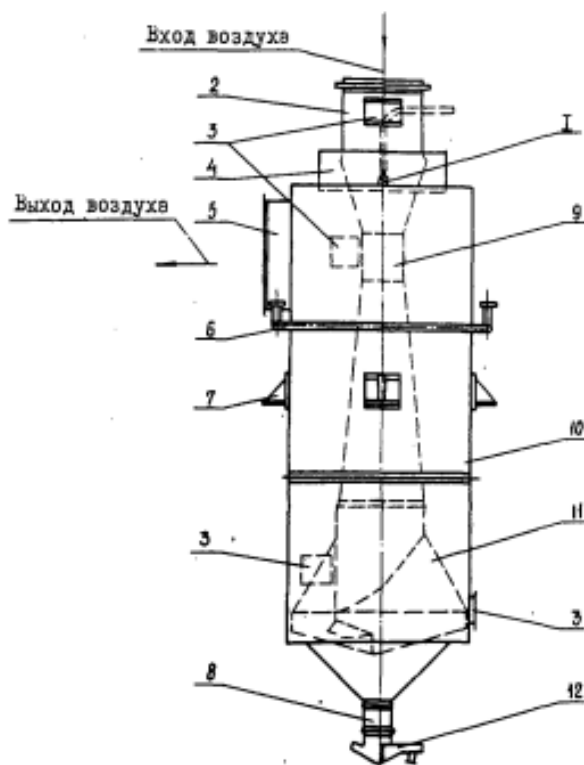


Рис. 2. Пылеуловитель КЦМП: 1 — сопло центральное; 2 — патрубок входной; 3 — люк; 4 — водяная камера; 5 — отводной патрубок; 6 — коллектор; 7 — лапа опорная; 8 — сливной патрубок; 9 — труба-коагулятор; 10 — каплеуловитель; 11 — закручиватель; 12 — гидрозатвор

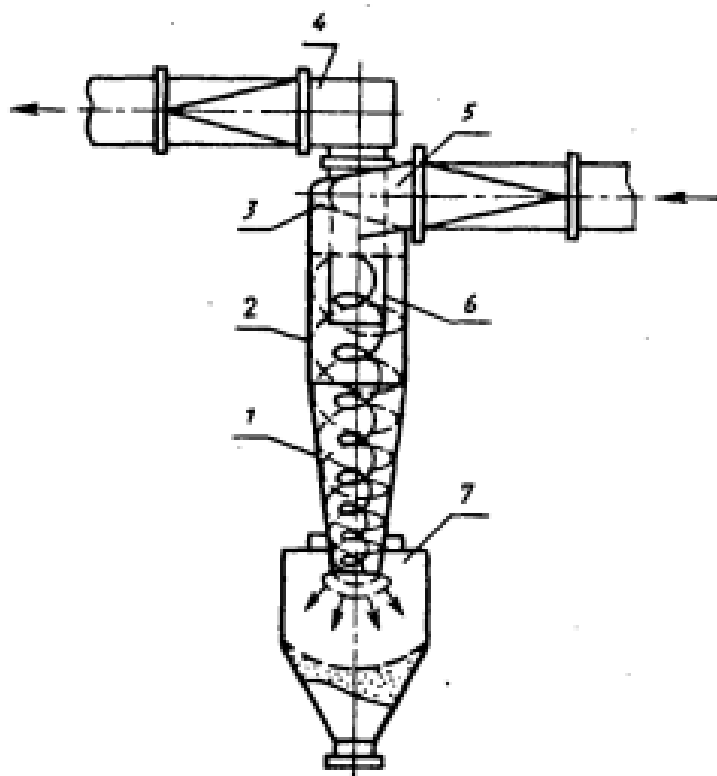


Рис. 3. Схема циклона: 1 — коническая часть корпуса; 2 — цилиндрическая часть корпуса; 3 — винтообразная крышка; 4 — камера очищенного газа; 5 — патрубок входа запыленного газа; 6 — выхлопная труба; 7 — бункер

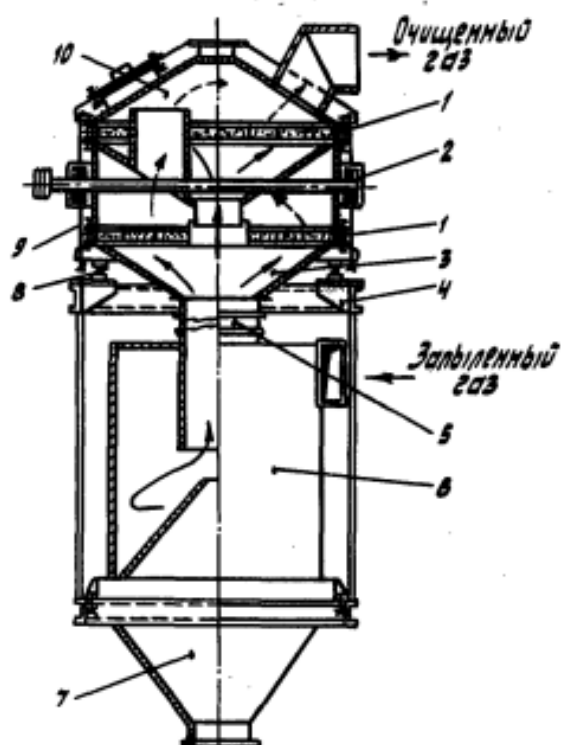


Рис. 4. Фильтр-циклон ФЦЗ-6: 1 — кассета с фильтрующим зернистым слоем; 2 — виброустройства; 3 — основание; 4 — рамы с опорным поясом; 5 — рукава; 6 — циклонный элемент; 7 — бункера уловленной пыли; 8 — пружины; 9 — шпильки; 10 — крышка

Циклоны типа ЦН-15 предназначены для сухой очистки технологических газов после сушки, обжига, агломерации, сжигания топлива и т. п., а также для очистки аспирационного и вентиляционного воздуха в различных отраслях промышленности, в том числе и строительной. Циклоны ЦН могут использоваться как в одиночном, так и в групповом исполнении.

Инерционный пылеуловитель ПИ-10 (рис. 5) применяется в системах аспирации на тракте цементных мельниц. Эффективность очистки от пыли 10 мкм, плотностью 2600 кг/м³ составляет 65...92 %.

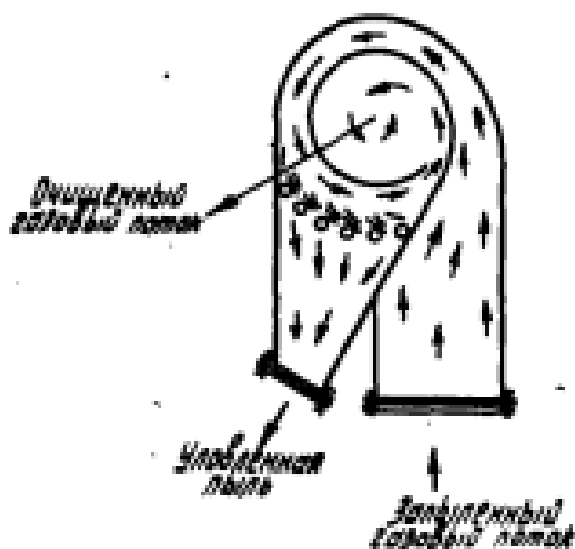


Рис. 5. Пылеуловитель инерционный ПИ-10

Наиболее распространенными и эффективными аппаратами пылеулавливания являются рукавные фильтры. Данные аппараты обеспечивают степень очистки воздуха до 95...98 % для частиц с размерами более 0,5 мкм. Высокая степень очистки сохраняется для сухой пыли. Если в очищаемом газе присутствует влага, то рукава замазываются и эффективность значительно снижается.

Запыленность газа, направляемого на очистку в рукавный фильтр, не должна превышать 15 020 г/м³. При большей запыленности необходимо прибегать к двухступенчатой очистке газа, устанавливая перед матерчатым фильтром циклон.

Применение рукавных фильтров ограничено невозможностью их использования при очистке газов от сушильных и обжиговых печей, в выбросах которых содержится значительное количество влаги, и высокой температурой отходящих газов.

Использование электрофильтров обосновано при очистке газов с повышенной влажностью. Однако во избежание конденсации необходимо, чтобы температура газов была выше точки росы на 20...30 °С. Максимально допускаемая температура газов в электрофильтре 200 °С. Коэффициент очистки газов в электрофильтрах достигает 98...99 %. Скорость газов в рабочем сечении электрофильтра не должна превышать 0,9...1,0 м/с.

Электрофильтры могут очищать большие объемы газа при сравнительно низких энергетических затратах на улавливание частиц. Кроме того, электрогазоочистные установки можно полностью автоматизировать.

Вихревые инерционные пылеуловители на встречных закрученных потоках, одним из которых является ПВ ВЗП (рис. 6), обладают рядом преимуществ по сравнению с циклонами. Аппараты данного типа позволяют отделить наибольшее количество пыли на первой ступени очистки, они устойчиво работают в условиях повышенных температур, концентраций пыли и дисперсности твердых частиц.

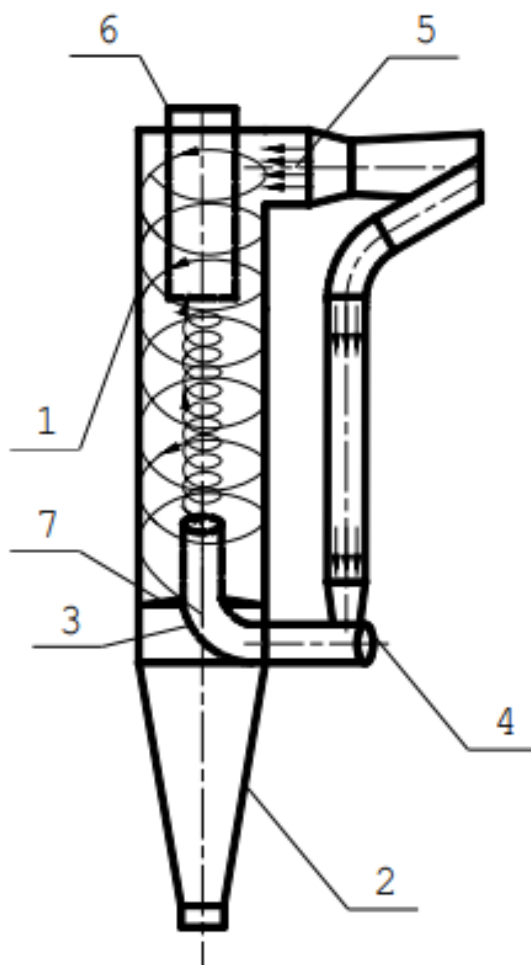


Рис. 6. Вихревой пылеуловитель со встречными закрученными потоками:

1 — корпус; 2 — пылесборник; 3 — осевой патрубок; 4 — завихритель;
5 — тангенциальный патрубок; 6 — вывод очищенного газа

Перечисленные выше факторы обуславливают широкое распространение в качестве основного пылеулавливающего оборудования для систем пылеочистки предприятий строительной индустрии аппаратов со встречными закрученными потоками. Кроме того, конструктивные особенности аппаратов ПВ ВЗП позволяют регулировать соотношения расходов воздуха, подаваемого на верхний и нижний ввод, что обеспечивает более высокую эффективность улавливания твердых частиц при различных газовых нагрузках на аппарат.

Библиографический список

1. *Азаров В. Н.* Пылеуловители со встречными закрученными потоками. Опыт внедрения. Волгоград, 2003.
2. Об опыте применения пылеуловителей на встречных закрученных потоках в системах обеспыливания промышленных выбросов [Электронный ресурс] / Н. М. Сергина, Д. С. Дружинина, В. А. Евсеева и др. // Инженерный вестник Дона : электрон. науч. журнал. 2016. № 4. 7 с. URL: http://ivdon.ru/uploads/article/pdf/IVD_45_sergina_druzhinina.pdf_0b62f6671f.pdf.
3. *Азаров В. Н., Азаров Д. В.* Пылеуловители со встречными закрученными потоками : монография. Волгоград : Изд-во ВолгГТУ, 2020. 139 с.
4. Каталог пылегазоочистного оборудования / Международный фонд конверсии. Центр экологических проблем. М., 1990.

Е. В. Шапошников

*Северо-Кавказский федеральный университет,
Ставрополь, Российская Федерация*

ГЕНЕРАЦИЯ ТЕПЛОВОЙ ЭНЕРГИИ В ГОРОДСКОЙ СРЕДЕ ПЕТРОТЕРМАЛЬНОЙ СТАНЦИЕЙ БЕЗ ВЫБРОСА УГЛЕКИСЛОГО ГАЗА

Описаны принципы получения тепловой энергии от петротермальных источников, внедрение альтернативных источников генерации тепловой энергии в городскую среду. Рассмотрены перспективы создания комбинированных установок с целью снижения выбросов углекислого газа при сжигании углеводородного топлива.

Ключевые слова: петротермальная энергия, альтернативная энергетика, теплоэнергетика, возобновляемый источник энергии, экология.

Введение

С каждым годом растет актуальность решения проблем выбросов парниковых газов в атмосферу, все более жесткие экологические требования бросают вызов научному сообществу в поисках безопасных и экологичных генераторов тепловой энергии. На сегодняшний день на территории России в различных ее областях ведется активное внедрение комплексов и станций генерации альтернативной, возобновляемой энергии, однако основной ее акцент сделан на электроэнергетику в то время, как генерация тепловой энергии является неотъемлемой частью по созданию комфортной среды для человека. Но большая часть генераторов тепла работает на углеводородном топливе, сжигание которого приводит к выбросу углекислого и иных газов, ухудшающих и без того низкий уровень городской экологии. Именно поэтому видится необходимым более активно развивать геотермальную и петротермальную генерацию, строить экспериментальные комплексы для анализа и решения технико-экономические задач, гарантировать потребителю непрерывную подачу тепловой энергии.

Постановка задачи

Энергия недр, несомненно, один из наиболее перспективных источников, несмотря на сложности и особенности ее добычи. Геотермальный и петротермальный источники схожи, так как имеют общий принцип — получение высоко- или низкотемпературного теплоносителя в объеме, достаточном для технологических процессов теплогенерирующей станции. Самым низкозатратным способом для петротермального источника является способ добычи тепловой энергии из скважины, путем создания в толще сухих горных пород «котла-теплообменника», т. е. многочисленную сеть каналов-трещин, через которые движется теплоноситель.

Принципиальная схема установки довольно проста, однако в действительности имеет ряд сложно решаемых задач, таких как:

- 1) теплоизоляция линии подачи разогретого теплоносителя;
- 2) определение количества скважин по дебету;
- 3) одна-, двух- или трехтрубная система;
- 4) температурный градиент и другие менее значимые, но оказывающие на процесс добычи факторы.

Многие российские и зарубежные ученые ведут исследовательскую деятельность по разработке и внедрению решений проблем в геотермальной и петротермальной энергетике, однако должного внимания со стороны инвесторов вопросам практического применения не уделяется. Исследуя проблемы рациональной добычи петротермальной энергии, важно понимать, какими доступными объемами обладает тот или иной источник. С целью определения тепловой мощности необходимо проводить анализ ее зависимости от глубины скважины.

Рассматривая вопрос внедрения теплогенераторов, работающих на возобновляемой энергии петротермальных источников, можно отметить следующие положительные стороны, а именно: строительство генерирующей станции на месте или в непосредственной близости от действующей теплостанции на углеводородах, малая занимаемая площадь всего комплекса, полное отсутствие выбросов в атмосферу, непрерывная генерация тепловой энергии независимо от времени года и внешних погодных условий, безопасность и простота технологических процессов.

Однако, несмотря на массу положительных доводов в пользу данного вида альтернативной энергии, основными минусами являются стоимость строительства, высокие экономические риски инновационного проекта, длительный срок окупаемости, по сравнению с классическим теплогенератором на углеводородах.

На рисунке приведено соотношение среднего показателя генерации тепловой энергии в условном регионе. Данные, приведенные Росстатом, были проанализированы и усреднены по всем выбранным видам генерации.



Соотношение среднего показателя генерации тепловой энергии в условном регионе

Выводы

Петротермальная энергетика как основной вектор возобновляемой теплоэнергетики позволит снизить затраты энергии на обеспечение жизнедеятельности зданий и сооружений различного назначения, а также экологическую нагрузку в виде снижения общего выброса углекислого газа. Выбор того или иного метода использования петротермальной энергии осуществляется с учетом технической возможности и конкретных условий эксплуатации, технико-экономических показателей и экономической целесообразности его применения, наличия соответствующей технической базы. На данный период времени самой затратной частью при создании петротермальной системы является строительство скважины, однако применение комбинированных комплексов с использованием различных источников могут снизить затраты на окупаемость проектов такого типа, тем самым повысить инвестиционную привлекательность геотермальной и петротермальной энергетики.

Библиографический список

1. Рыженков В. А., Кутько Н. Е. О возможности использования тепла глубинных пород Земли для электро- и теплоснабжения обособленных потребителей // Энергосбережение и водоподготовка. 2009.
2. Алхасов А. Б. Геотермальная энергетика: проблемы, ресурсы, технологии. М.: ФИЗМАТЛИТ, 2008. 376 с.
3. Geothermal Fields Development. Workshop on Geothermal Energy ICS-UNIDO, Trieste, 2008.
4. Богуславский Э. И., Певзнер Л. А., Хахаев Б. Н. Перспективы развития геотермальной технологии // Разведка и охрана недр. 2000.
5. The alternative approach for ultra-deep geothermal drilling. Presentation, Agency for geothermal power engineering, 2008.
6. Гнатусь Н. А. Петроэнергетика. Глубинное тепло земли и возможности его использования // Портал Национального союза энергосбережения. 2016. URL: http://www.energy2020.ru/national_union.
7. Стоянов Н. И., Воронин А. И., Гейвандов И. А. Способ извлечения геотермального тепла : патент 2288413 Российская Федерация, С1, МПК F24J 3/08. № 2005113114/06 ; Заяв. 29.04.05 ; Оpubл. 27.11.06. Бюл. № 33.
8. Математическое моделирование гидродинамических и тепловых процессов в петротермальной скважине при создании теплообменной поверхности гидравлическим разрывом пласта / Н. И. Стоянов, С. С. Смирнов, Е. В. Шапошников и др. // Современная наука и инновации. 2016. № 4(12).
9. Геппенер В., Ланнэ А., Черниченко Д. MATLAB для DSP. Использование GUI WAVEMENU для решения инженерных задач. Часть 1. 2016. URL: <http://www.chipinfo.ru/literature/chipnews/200006/2.html>.
10. Zotzman J., Vetter A., Regenspurg S. Evaluating efficiency and stability of calcite scaling inhibitors at high pressure and high temperature in laboratory scale // Geothermal energy. 2018. № 6(1). 13 p. URL: <https://doi.org/10.1186/s40517-018-0105-4>.
11. Williams C. F., Reed M. J., Anderson A. F. Updating the Classification of Geothermal Resources // Proceedings, Thirty-Sixth Workshop on Geothermal Reservoir Engineering. Stanford University, Stanford, California, January 31—February 2, 2011, SGP-TR-191. 7 p.
12. Temperature-dependent scale precipitation in the Hijiori Hot Dry Rock system, Japan / N. Yanagisawaa, I. Matsunagaa, H. Sugitaa et al. // Geothermics. 2008. V. 37. P. 1—18.

13. Автоматизированное управление геотермальной станцией: выбор программных средств на примере ханкальской геотермальной станции Минцаев М. Ш., Хакимов З. Л., Лабазанов М.А., Марсов В.И., Илюхин А.В. Вестник ГГНТУ. Технические науки. 2022. Т. 18. № 1 (27). С. 18-28.

14. Геоэкологическая оценка влияния геотермальных скважин на ландшафт (на примере месторождения гунюшки чеченской республики) Гацаева Л.С., Гуня А.Н., Керимов И.А. Грозненский естественно-научный бюллетень. 2022. Т. 7. № 2 (28). С. 18-31.

15. Инновационное развитие отраслей АПК на основе технико-технологической модернизации : методологические положения / А. Г. Папцов, И. С. Санду, В. И. Нечаев и др. М., 2021.

СЕКЦИЯ 7. МОЛОДЫЕ УЧЕНЫЕ — СТРОИТЕЛЬНОМУ КОМПЛЕКСУ

УДК 69.059.14

К. А. Артемов, А. Е. Чекмазова, В. В. Сергеев, Р. Х. Курамшин

*Волгоградский государственный технический университет,
Волгоград, Российская Федерация*

ОСОБЕННОСТИ ОЦЕНКИ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ НЕНЕСУЩИХ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ

Проведен анализ нормативно-технической документации, регулирующей вопросы обследования самонесущих конструкций объектов капитального строительства. Рассмотрены особенности разработки заключения по результатам оценки действительного технического состояния эксплуатируемых объектов. Выявлены разночтения в отдельных положениях действующей системы нормативно-технической документации в части оценки несущих конструкций зданий и сооружений. Сделан вывод о необходимости совершенствования системы технического нормирования в строительстве не только в части разработки новых сводов правил, но и работ по актуализации уже утвержденных нормативных документов с точки зрения исключения возможности самовольного толкования содержащихся в них положений.

Ключевые слова: техническое обследование, нормативно-техническая документация, ограждающие конструкции, самонесущие конструкции, безопасная эксплуатация объектов недвижимости.

В настоящее время актуальной является задача обеспечения соответствия параметров эксплуатационной пригодности строительных конструкций требованиям действующих нормативных документов. Для решения подобных задач необходимы объективные исходные данные, которыми являются достоверные сведения о техническом состоянии строительных конструкций объектов строительства. Определение состава и объемов работ при проведении капитального ремонта или реконструкции напрямую связано с результатами отчета о действительном техническом состоянии объекта, который является одним из наиболее важных документов, определяющим необходимость и целесообразность проведения капитального ремонта или реконструкции.

В свою очередь, законодательная и нормативная документации, регулирующие вопросы обследования эксплуатируемых зданий и сооружений, в отдельных случаях не содержат однозначно трактуемых терминов и определений, существенно важных для назначения перечня и состава мероприятий при реконструкции или капитальном ремонте, что приводит к возникновению разногласий на различных этапах разработки проектной документации.

Цель работы — установление рациональных направлений совершенствования отдельных положений действующих нормативно-правовых актов в области проведения технической экспертизы для обеспечения их большей скоординированности.

Основные требования к проведению, составу работ и отчетной документации при осуществлении технической экспертизы объектов строительства содержатся в положениях [1, 2]. В соответствии с этими же документами формируется терминологический аппарат, используемый при формировании отчетной документации, содержащей результаты технической экспертизы. Отдельным видом работ при проведении технической экспертизы объекта является проведение комплексного обследования объекта строительства, включающее в себя оценку технического состояния грунтов основания, сетей ресурсоснабжения, строительных конструкций (в том числе, не относящихся к несущим), узлов их сопряжения и т. д.

В ходе камеральной обработки результатов обследования, данных, собранных непосредственно на объекте, каждому типу элементов строительных конструкций, а также объекту в целом назначаются категории технического состояния. Категория технического состояния определяется исходя из количественного и качественного анализа их дефектов и повреждений [1, 2]. В свою очередь, категория технического состояния объекта в целом — это совокупная (интегральная) характеристика, которая учитывает влияющие на эксплуатационную пригодность категории технического состояния всех строительных конструкций и их элементов.

Согласно разделу 3 [1], а также пп. 3.12 и 3.13 [2] «ограниченно-работоспособное» и «аварийное» технические состояния должны быть назначены строительным конструкциям, имеющим крены, дефекты и (или) повреждения, ведущие к снижению несущей способности. Однако, кроме несущих строительных конструкций, непосредственно обеспечивающих восприятие нагрузок и воздействий, выделяется отдельный класс — самонесущие строительные конструкции и элементы объектов (ограждающие конструкции, включая перегородки, окна, двери и т. д.), дефекты и повреждения которых не приводят непосредственно к снижению несущей способности и параметров механической безопасности объекта в целом. Исходя из этого, таким конструкциям и элементам в принципе не могут присваиваться такие категории технического состояния, как ограниченно-работоспособное и аварийное.

Тем не менее в практике проведения технической экспертизы (в том числе комплексного обследования) зданий и сооружений могут выявляться дефекты и повреждения ненесущих конструкций и их элементов, которые напрямую не снижают несущей способности и не ведут к разрушению объекта, потери им устойчивости и (или) опрокидыванию, но значительно снижают параметры эксплуатационных качеств. В качестве примера таких дефектов можно привести отсутствие или изношенность оконного блока, отсутствие остекления, которое в дальнейшем может привести к более значительным повреждениям, в том числе и несущих конструкций. Зачастую заказчиком в требованиях к выполнению комплексного обследования (в техническом задании) указывается, что результаты обследования должны соответствовать положениям [1], хотя само наименование документа [1] ограничивает

область его применения исключительно несущими конструкциями объекта. Соответственно, лица, выполняющие работы по оценке технического состояния, в соответствии с положениями [1] получают возможность не распространять установленные [1] категории технического состояния на ненесущие строительные конструкции, а пользоваться иными, принятыми, в том числе в практике организации-исполнителя.

Таким образом, при невозможности установления неработоспособных категорий для ненесущих строительных конструкций могут возникать спорные ситуации на различных этапах жизненного цикла объекта, включая проектирование восстановительных мероприятий, на стадии экспертизы проектной документации, назначения объемов финансирования восстановительных мероприятий и т. д.

Считаем целесообразным в случае, если вышеперечисленные элементы, согласно п. 3.12 [2], обеспечивают «...функционирование конструкций и эксплуатация здания или сооружения возможны либо при контроле (мониторинге) технического состояния, либо при проведении необходимых мероприятий по восстановлению или усилению конструкций...», распространять ограниченно-работоспособную категорию технического состояния и на ненесущие строительные конструкции.

При возникновении опасности обрушения, например, при выпадении оконного переплета (за счет отрицательного давления при пиковых ветровых нагрузках и недостаточном его закреплении) или падении отделочного штукатурного слоя с некоторой высоты, обрушении ограждающей конструкции в момент возведения, эксплуатации или отсутствия остекления и т. д., состояние таких элементов следует считать аварийным, а также не обеспечивающим механическую безопасность.

На основании вышеизложенного, оценку технического состояния рассматриваемых ненесущих строительных конструкций и их элементов целесообразно рассматривать не только как самостоятельных конструкций и элементов, но и с учетом степени воздействия категории их технического состояния на иные конструкции и объекты. В случаях, если оценка категории технического состояния ненесущих строительных конструкций и их элементов вызывает затруднения и определить ее не представляется возможным, то степень обеспеченности параметров их механической безопасности должна быть отражена в результатах технической экспертизы.

В результате анализа нормативной документации, касающейся вопросов нормативно-технического регулирования в области проведения технического обследования зданий (сооружений) для последующей разработки проектно-сметной документации по реконструкции и капитальному ремонту, сделан вывод об отсутствии в системе действующего законодательства однозначных критериев оценки ненесущих строительных конструкций как отдельных элементов объекта капитального строительства.

В рамках предложений по актуализации нормативно-правовых актов в рассматриваемой области, считаем возможным распространить область

применения [1], как часто указываемого со стороны заказчика документа, содержащего требования к проведению обследования, на несущие строительные конструкции.

Совершенствование нормативной базы и элементов законодательного регулирования в области технической экспертизы объектов строительства позволит, помимо сокращения административных барьеров, обеспечить полноценность процедур, неукоснительное выполнение которых позволит более качественно и полно обеспечить параметры механической безопасности при последующих реконструкции, капитальном ремонте и эксплуатации зданий и сооружений.

Библиографический список

1. Правила обследования несущих строительных конструкций зданий и сооружений : СП 13-102—2003. М., 2003.
2. Здания и сооружения. Правила обследования и мониторинга технического состояния : ГОСТ 31937—2011. М., 2011.
3. *Землянский А. А.* Обследование и испытание зданий и сооружений. М. : АСВ, 2005. 156 с.
4. *Римшин В. И.* Обследование и испытание зданий и сооружений. М. : Высш. шк., 2004. 655 с.
5. *Казачек В. Г.* Обследование и испытание зданий и сооружений. М. : Студент, 2012. 669 с.
6. *Гиндоян А. Г., Гиллер Э. С.* Пособие по обследованию строительных конструкций зданий. М. : АО «ЦНИИпромзданий», 1997. 180 с.

Т. В. Астахова, А. Ю. Калачева, А. В. Щемелев, Е. В. Гурова

*Волгоградский государственный технический университет,
Волгоград, Российская Федерация*

ОБЕСПЕЧЕНИЕ АНТИТЕРРОРИСТИЧЕСКОЙ ЗАЩИЩЕННОСТИ ОБЪЕКТОВ КУЛЬТУРНОГО НАСЛЕДИЯ

Проведен анализ возможности согласования отдельных положений действующих нормативно-технических документов, обеспечивающих нормативно-правовое регулирование в области строительства и регулирующих вопросы обеспечения безопасности объекта на всех стадиях его жизненного цикла, в том числе и касающихся вопросов осуществления надзора и контроля на различных этапах создания объекта, в соответствии с мировыми стандартами. Отдельно рассмотрено применение комплекса документов нормативно-технического регулирования применительно к объектам культурного наследия.

Ключевые слова: антитеррористическая защищенность, безопасная эксплуатация, объекты культурного наследия, разумное приспособление.

На сегодняшний день в России актуальной является задача гармонизации отдельных положений действующих нормативно-технических документов в области строительства, регулирующих вопросы обеспечения безопасности объекта на всех стадиях его жизненного цикла. Однозначность толкования требований различных нормативно-правовых актов, относящихся к одним и тем же объектам, обеспечивает как согласование процессов их проектирования, строительства и эксплуатации, так и сокращение количества возникающих спорных ситуаций.

Отдельного рассмотрения заслуживают объекты, обладающие специфическим статусом, такие как объекты культурного наследия (ОКН), безопасная эксплуатация которых регулируется дополнительными, зачастую несогласованными нормативными требованиями, что обуславливает актуальность настоящей работы.

Объектом настоящего исследования является совокупность нормативно-правовых документов в сфере сохранения и восстановления ОКН, в практике применения которых возможно возникновение спорных ситуаций, касающихся конфликта интересов сторон-участников.

Целью работы является анализ нормативно-технической документации, отдельных правовых актов в области сохранения и восстановления ОКН в направлении обеспечения их большей скоординированности.

Объектом регулирования в сфере строительства являются объекты капитального строительства (ОКС) [1], в том числе имеющие определенный рамками действующего законодательства особый регламент существования на различных этапах жизненного цикла. ОКН, с особым статусом использования, и как следствие, дополнительным перечнем регулирующих документов,

представляют собой отдельную категорию ОКС в соответствии с положениями [2]. Действующей системой нормативно-правовых актов в рассматриваемой области определен перечень существенных признаков, позволяющих отнести ОКС к ОКН, установлена их классификация в зависимости от характерных особенностей. Состав документации на реконструкцию (сохранение, капитальный ремонт) ОКН определяется положениями [1—3].

В общем случае к ОКН отнесены объекты социально-культурного назначения, обладающих не только специфическим режимом использования, но и относящихся к объектам с массовым пребыванием людей, в особенности в соответствии с вновь введенными положениями [4]. С точки зрения городской среды ОКН зачастую представляют собой глубоко интегрированные в нее здания, что определяет установление особых требований не только к разделам проектной документации, в которые включены вопросы обеспечения параметров механической безопасности объекта, но и те разделы, в которых определяются организационно-технологические решения по обеспечению параметров безопасной эксплуатации для посетителей различных категорий. К этим же вопросам отнесены мероприятия по обеспечению антитеррористической защищенности ОКН в зависимости от установленной в его отношении категории.

Перечень мероприятий устанавливается исходя из степени угрозы совершения террористического акта и возможных последствий его совершения на объекте (территории) и прогнозного объема расходов на их выполнение. При этом срок завершения мероприятий не может превышать 5 лет со дня подписания акта обследования объекта (территории).

Оборудование средствами инженерной защиты и инженерно-техническими средствами охраны объекта (территории), отнесенного к объектам культурного наследия или выявленным объектам культурного наследия, осуществляется при проведении работ по его сохранению с момента утверждения предмета охраны объекта культурного наследия.

Ответственность за обеспечение антитеррористической защищенности объектов возлагается на руководителей органов (организаций), являющихся правообладателями объектов, а также на должностных лиц, осуществляющих непосредственное руководство деятельностью работников.

Минимизация возможных последствий и ликвидация угрозы террористических актов на объектах достигается за счет комплекса организационных мероприятий, в том числе обучения работников способам защиты и действиям в условиях совершения террористического акта или угрозы его совершения, проведения занятий с работниками объектов по минимизации морально-психологических последствий террористического акта.

Помимо вышеизложенного, достаточно актуальной является задача уточнения отдельных положений нормативной документации в части инженерных систем объекта культурного наследия. ОКН, как объекты гражданского назначения, обладают инженерными системами меньшей сложности по сравнению с объектами промышленного назначения, особо опасными или

технически сложными объектами. Хотя своя специфика, конечно, присутствует. Например, дополнительные требования предъявляются к климатическому оборудованию, так как обеспечение соответствующих показателей микроклимата помещений является важным условием сохранности экспонатов или исторических интерьеров ОКН.

Кроме этого, целесообразно рассмотреть вопрос массового пребывания людей на объекте, которое напрямую влияет на принятие проектных решений по освещению, вентиляции зданий, систем пожарной безопасности, оповещения, систем контроля и управления доступом, обнаружения вызывных устройств, специальных систем открывания дверей для доступа маломобильных групп населения и др. В случае отнесения ОКН к уникальным объектам капитального строительства обязательной является разработка перечня мероприятий по противодействию терроризму и соблюдения требований по антитеррористической защищенности объектов, что также представляет собой достаточно сложную задачу. Например, в рамках мероприятий по антитеррористической защищенности объекта в составе проекта необходимо предусмотреть возможность оборудования и оснащения мест доступа на объект, предназначенных для посетителей, контрольно-пропускным пунктом с техническими средствами досмотра, что затруднительно ввиду охранного статуса ОКН. При проектировании зданий и сооружений объектов социально-культурного назначения, в которых согласно заданию на проектирование предполагается одновременное нахождение в любом из помещений более 50 человек и при эксплуатации которых не предусматривается установление специального пропускного режима, необходимо предусматривать решения, обеспечивающие обнаружение взрывных устройств, оружия, боеприпасов. Кроме того, отдельные разногласия возникают при реализации мероприятий по антитеррористической защищенности объекта с точки зрения расширения перечня инженерных систем ОКН и установления необходимых объемов дополнительно устанавливаемых систем безопасности. Действующей нормативной документацией не предусмотрено отнесение такого вида работ к определенному разделу проектной документации и не указаны объемы дополнительно проектируемых систем и средств обеспечения безопасности.

Тем не менее в зданиях с большим количеством посетителей, зрителей (в эту категорию, безусловно, входят и ОКН) должны быть предусмотрены меры, направленные на уменьшение возможности криминальных проявлений и их последствий для обеспечения защиты от несанкционированного вторжения в здания и сооружения, что также должно быть учтено при разработке дополнительных проектных решений.

Кроме того, необходимость охранных мероприятий в соответствии с типом объекта по его значимости и степени защищенности должна быть определена заказчиком уже в задании на проектирование. То есть заказчик должен заранее определить возможный вид и размер ущерба, который может быть нанесен объекту, находящимся на объекте людям и имуществу в случае реализации террористических угроз. На данный момент недостаточно

требований по определению количественных и качественных характеристик для определения класса объекта по значимости. Очевидно, что для снижения затрат на оснащение объекта заказчик стремится принять более низкий класс по значимости ОКН.

Вышесказанное подчеркивает, что тематика исследований в части гармонизации требований различных нормативно-технических документов в области обеспечения безопасной эксплуатации объектов капитального наследия на различных этапах жизненного цикла, далеко не исчерпана, а дальнейшее их проведение позволит обеспечить выбор обоснованных, достаточных (но не избыточных) и экономически эффективных решений, а также согласованность и однозначное понимание требований нормативно-технических документов всеми участниками системы регулирования в рассматриваемой области деятельности.

Библиографический список

1. Градостроительный кодекс РФ. URL: <https://docs.cntd.ru/document/901919338/titles/3GICBUO>.
2. Об объектах культурного наследия (памятниках истории и культуры) народов Российской Федерации : Федеральный закон от 25 июня 2002 г. № 73. URL: <https://docs.cntd.ru/document/901820936>.
3. О составе разделов проектной документации и требованиях к их содержанию : Постановление Правительства от 6 февраля 2008 г. № 87. URL: <https://docs.cntd.ru/document/902087949>.
4. О критериях отнесения объектов, указанных в пунктах 4 и 5 части 2 статьи 49 Градостроительного кодекса Российской Федерации, к объектам массового пребывания граждан : Приказ от 10 апреля 2020 года № 198/пр.
5. Технический регламент о безопасности зданий и сооружений (ред. от 02.06.2013) : Федеральный закон от 30.10.2009 № 384-ФЗ. М., 2009.
6. Доступность зданий и сооружений для маломобильных групп населения. Актуализированная редакция СНиП 35-01—2001 от 14.11.2016 (ред. От 15.05.2017) : СП 59.13330.2016. М., 2016.
7. Сохранение объектов культурного наследия. Доступность объектов культурного наследия для маломобильных групп населения. Общие требования : ГОСТ Р 58178—2018. М., 2018.

Е. В. Балаева, Г. И. Левшин, Е. А. Полякова, Р. Х. Курамшин

*Волгоградский государственный технический университет,
Волгоград, Российская Федерация*

ВЫБОР РАЦИОНАЛЬНОГО ВАРИАНТА УСИЛЕНИЯ ПЛИТ ПЕРЕКРЫТИЯ МНОГОЭТАЖНОГО ЖИЛОГО ДОМА

Основной причиной несоответствия несущей способности несущих конструкций требованиям механической безопасности является некачественное ведение строительно-монтажных работ и поставка некачественных материалов. Предложен наиболее рациональный вариант усиления плит перекрытий строящегося многоквартирного жилого дома, позволяющий довести характеристики механической безопасности до проектных значений при сохранении объемно-планировочных решений.

Ключевые слова: усиление несущих конструкций, механическая безопасность, углекомпозитный холст.

Основной характеристикой, определяющей надежность строительных конструкций, зданий и сооружений в целом, является безотказность их работы, под которой понимается способность сохранять заданные эксплуатационные качества в течение определенного срока службы. Снижение параметров механической безопасности несущих конструкций, в первую очередь, характерно для зданий, имеющих длительный срок эксплуатации, что связано с нарастанием во времени деструктивных изменений материалов конструкций.

Для объектов нового строительства необходимость усиления несущих конструкций обуславливается, в первую очередь, несоответствием значений параметров механической безопасности строительных конструкций требованиям проектной документации, связанным в большинстве случаев с некачественным ведением строительно-монтажных работ или поставкой некачественных материалов на строительную площадку.

Цель работы — выбор наиболее рационального способа усиления плит перекрытия объекта исследования при максимально возможном сохранении объемно-планировочного решения объекта.

Объект исследования — жилой односекционный 23-этажный дом. Здание жилого дома проектируется отдельно стоящим, с подвалом.

Прочность и устойчивость здания обеспечивается совместной работой вертикальных и горизонтальных несущих конструкций.

В конструктивном отношении здание представляет собой пространственную систему из монолитного железобетона. Конструктивная схема — стеновая. Вертикальные несущие конструкции представлены монолитными стенами и пилонами. Плиты перекрытий и покрытия толщиной 180 мм; плита перекрытия над подвалом — 200 мм. Материал монолитных железобетонных несущих конструкций — тяжелый бетон класса В30, W4, F50, арматура класса А500С.

В ходе проведения строительно-монтажных работ выявлено отступление от проектной документации в части несоответствия прочностных характеристик бетона плит перекрытия требованиям проекта.

Обследование здания проведено в соответствии с требованиями [4]. Степень эксплуатационной пригодности здания в целом установлена в зависимости от доли снижения несущей способности и эксплуатационных характеристик отдельных строительных конструкций и категорий их технического состояния.

На момент проведения технического обследования строительно-монтажные работы на объекте завершены в полном объеме. В соответствии с результатами проведенной технической экспертизы сделаны следующие выводы о техническом состоянии основных несущих конструкций жилого дома: все конструкции имеют работоспособную категорию технического состояния, за исключением плит перекрытия 13-го—15-го этажей, имеющих участки со сниженными по сравнению с проектными прочностными характеристиками бетона (класс бетона плит перекрытия изменяется от В12,5 до В25). Категория технического состояния этих плит перекрытия — ограниченно-работоспособное. Армирование конструкций соответствует проектному.

В рамках настоящей работы выполнены расчеты пространственной модели «сооружение — основание» на проектные характеристики материалов и расчеты с учетом фактически определенного класса прочности бетона плит перекрытия 13-го—15-го этажей. Проведен анализ изменения напряженно-деформированного состояния несущих конструкций объекта, сделаны выводы о необходимости усиления дефектных конструкций. Подобный подход обусловлен тем, что снижение фактического класса бетона отдельных несущих конструкций оказывает влияние на перераспределение усилий в несущих элементах пространственной системы здания, что, в свою очередь, оказывает негативное влияние на напряженно-деформированное состояние других несущих конструкций, имеющих проектные прочностные характеристики.

Варианты использования классических подходов к усилению типа наращивания сечения, подведения дополнительных конструкций и т. д. неизбежно приводят к изменению объемно-планировочного решения в части уменьшения высоты помещений и несоответствию высоты помещений «в чистоте» требованиям действующих нормативных документов.

В настоящей работе принят вариант усиления плит перекрытия с применением современных материалов, обладающих необходимой прочностью, позволяющих компенсировать недостаток несущей способности при сохранении проектного объемно-планировочного решения. Предложено усиление железобетонных перекрытий углекомпозитным материалом.

Технологически усиление углехолстом заключается в наклейке высокопрочных холстов с помощью специального эпоксидного клея на поверхность дефектных конструкций. В ходе монтажа волокно подвергается пропитке

двухкомпонентной эпоксидной смолой, после чего фиксируется на поверхности усиливаемой конструкции. Достоинства такого способа усиления — высокая прочность, коррозионная стойкость, легкость монтажа, универсальность применения к любым формам и, как следствие, сохранение архитектурного облика конструкций. Кроме того, использование такого варианта усиления позволяет минимизировать дополнительные нагрузки на несущие конструкции.

Для сохранения объемно-планировочного решения объекта и исходя из условия непревышения нагрузок, передаваемых на нижележащие конструкции, разработан вариант усиления с применением системы внешнего армирования из углекомпозитных материалов. Проектирование системы внешнего усиления выполнено на основании требований [1]. Усиление конструкций предусмотрено за счет устройства системы внешнего армирования композитными материалами (СВА), состоящей из клеевого слоя, образованного эпоксидным тиксотропным пропиточным составом, двухслойного композитного материала и защитного слоя, обеспечивающего защиту системы усиления от воздействия повышенных температур, открытого пламени, ультрафиолетового излучения и механических повреждений. Внешнее армирование композитными материалами запроектировано в виде послойного наклеивания терморезактивными адгезивами однонаправленной ленты на основе углеродного волокна с последующим отверждением и образованием многослойного композитного материала. В качестве внешнего армирования предусмотрено применение однонаправленной ленты на основе углеродного волокна CWrap fabric 230 на эпоксидном тиксотропном пропиточном составе Манопокс 183 с предварительной обработкой поверхности пропиткой (грунтовкой) Sika Repair в один слой. Для усиления плит перекрытия принята схема устройства перекрестных лент в 1 и 2 слоя из углеродной сетки полосами шириной 300 мм с шагом в свету 500 мм в зависимости от доли снижения несущей способности.

В результате работы определены наиболее оптимальный и целесообразный способ усиления, схема расстановки элементов усиления, количественные и качественные характеристики, позволяющие довести параметры механической безопасности до требуемых проектных значений при сохранении объемно-планировочного решения объекта.

Библиографический список

1. Усиление железобетонных конструкций композитными материалами. Правила проектирования : СП 164.1325800.2014. М., 2014.
2. Надежность строительных конструкций и оснований. Основные положения по расчету : ГОСТ 27751—88*. М. : Изд-во стандартов, 2009.
3. Несущие и ограждающие конструкции. Актуализированная редакция СНиП 3.03.01—87 : СП 70.13330.2012. М. : Госстрой России, 2013.
4. Здания и сооружения. Правила обследования и мониторинга технического состояния : ГОСТ 31937—2011. М., 2011.

Т. М. Вахания, А. С. Машакарян, В. В. Сергеев, Е. В. Гурова

*Волгоградский государственный технический университет,
Волгоград, Российская Федерация*

ИССЛЕДОВАНИЕ ОСОБЕННОСТЕЙ ОЦЕНКИ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ МНОГОКВАРТИРНЫХ ЖИЛЫХ ДОМОВ

Рассмотрены вопросы оценки технического состояния многоквартирных жилых домов (МКД) с точки зрения процедуры проведения обследования и оценки результатов обследования. Проведен анализ нормативно-правовой и иной документации, регулирующей комплекс организационно-технических мероприятий по установлению категории технического состояния МКД.

Ключевые слова: нормативно-технические документы, оценка технического состояния, техническое обследование.

Отдельной категорией объектов капитального строительства, в том числе эксплуатируемых, являются многоквартирные жилые дома (МКД), так как именно обеспечение безопасной эксплуатации жилого фонда представляется приоритетной задачей органов исполнительной власти различных уровней подчинения.

На данный момент в области проведения обследования объектов строительства действуют три нормативных акта, устанавливающие требования, определяющие цели и принципы в области оценки технического состояния зданий и сооружений: ГОСТ 31937—2011, СП 13-102—2003 и СП 454.1325800.2019 (разработанные для отдельной категории объектов капитального строительства — многоквартирных жилых домов). Целью работы является анализ процедурных вопросов осуществления работ по обследованию технического состояния объектов строительства, в частности их отдельной категории — МКД.

С точки зрения области применения СП 454.1325800.2019 относится непосредственно к МКД и ориентирован на установление двух категорий их технического состояния — ограниченно-работоспособного и аварийного.

Если в ГОСТ 31937—2011 (п. 4.1) указаны прямые требования к организациям, проводящим оценку технического состояния объектов строительства, то в СП 454.1325800.2019 такие требования не приводятся. Оценка заключения о техническом состоянии объекта строительства проводится в установленном законом порядке в рамках проведения его экспертизы (в том числе в рамках судебных разбирательств или при прохождении экспертизы проектной документации). Причем лицо, осуществляющее оценку соответствия результатов технического обследования, должно являться квалифицированным специалистом.

21 июля 2007 года президентом РФ был подписан федеральный закон «О Фонде содействия реформированию жилищно-коммунального

хозяйства» [4], устанавливающий правовые и организационные основы предоставления финансовой поддержки субъектам Российской Федерации и муниципальным образованиям на проведение капитального ремонта многоквартирных домов и переселение граждан из аварийного жилищного фонда путем создания государственной корпорации — Фонда содействия реформированию ЖКХ, осуществляющей функции по предоставлению такой финансовой поддержки.

Для достижения поставленных целей Фонд содействия реформированию ЖКХ осуществляет следующие функции:

1) рассматривает представленные субъектами Российской Федерации заявки на предоставление финансовой поддержки за счет средств Фонда (далее также — заявка);

2) принимает решение о соответствии заявок и прилагаемых к заявкам документов требованиям, установленным [4];

3) принимает решение о предоставлении финансовой поддержки за счет средств Фонда на основании заявок;

4) осуществляет методическое обеспечение подготовки субъектами Российской Федерации заявок и прилагаемых к заявкам документов;

5) осуществляет мониторинг реализации региональных адресных программ по проведению капитального ремонта многоквартирных домов и региональных адресных программ по переселению граждан из аварийного жилищного фонда, а также выполнения предусмотренных [4] условий предоставления финансовой поддержки за счет средств Фонда;

6) осуществляет иные предусмотренные [4] функции.

Кроме вышеобозначенных функций Фонд содействия реформированию ЖКХ 30 декабря 2020 г. выпустил и утвердил Методические рекомендации [5].

Целевой аудиторией [5] обозначены жители МКД, эксперты Общероссийского народного фронта (ОНФ), иные заинтересованные лица. Положения [5] устанавливают требования к оценке соответствия технических заключений специализированных организаций по обследованию технического состояния многоквартирных домов требованиям, установленным действующим законодательством и нормативно-технической документацией. Тем самым [5] позволяет указанным выше лицам, зачастую не имеющим профильного образования, оспаривать заключения по обследованию технического состояния МКД, выданные специализированными организациями, имеющими в своем штате квалифицированных специалистов. Принимая во внимание зачастую диаметрально противоположные интересы у тех же жителей МКД, можно сделать вывод о том, что подобные рекомендации могут усложнить и существенно замедлить процесс утверждения заключения о техническом состоянии МКД. Кроме прочего, неясна процедура передачи заключения о техническом состоянии заинтересованным лицам для осуществления его оценки.

На основании вышеизложенного можно сделать вывод о нецелесообразности внедрения данной методики с учетом неопределенности ее юридического статуса.

Библиографический список

1. Здания и сооружения. Правила обследования и мониторинга технического состояния : ГОСТ 31937—2011. М., 2011.
2. Правила обследования несущих строительных конструкций зданий и сооружений : СП 13-102—2003. М., 2003.
3. Здания жилые многоквартирные. Правила оценки аварийного и ограниченно-работоспособного технического состояния : СП 454.1325800.2019. М., 2019.
4. О фонде содействия реформированию жилищно-коммунального хозяйства : Федеральный закон 21 июля 2007 года № 185-ФЗ. М., 2007.
5. Методические рекомендации по оценке технических заключений специализированных организаций по обследованию технического состояния многоквартирных домов (утв. Госкорпорацией «Фонд содействия реформированию ЖКХ» 30.12.2020). М., 2020.

Д. В. Гайворонская, Я. С. Захаров, О. Г. Чеснокова

*Волгоградский государственный технический университет,
Волгоград, Российская Федерация*

ВЕРТИКАЛЬНОЕ ОЗЕЛЕНЕНИЕ ФАСАДОВ ВЫСОТНЫХ ЗДАНИЙ В РОССИИ

В статье рассматриваются основные системы вертикального озеленения и анализируются их преимущества и недостатки. Изучены виды и технологии устройства вертикального озеленения. Представлен анализ зеленых насаждений. Приведено решение, позволяющее использовать вертикальное озеленение в холодный период. Проведено экспериментальное озеленение высотного здания офисно-делового назначения.

Ключевые слова: вертикальное озеленение, экологичное строительство, зеленые насаждения, высотное строительство, живая стена.

Сейчас как никогда остро стоит проблема экологии. Возводящиеся города и мегаполисы вытесняют природные ландшафты; выхлопные газы транспортных средств и промышленных предприятий заменяют чистый воздух. Проектировщики и архитекторы стараются найти выход из этой ситуации. Одним из способов решения этой проблемы является вертикальное озеленение здания.

Вертикальное озеленение — это метод, применяемый для оформления фасадов, торцевых стен здания и других элементов строительных конструкций в целях защиты от ветра и изоляции отдельных участков.

Вертикальное озеленение можно разделить на несколько направлений.

По критерию сплошности выделяют две группы озеленения:

1) сплошное вертикальное озеленение — используется для глухих фасадов, с применением вьющихся растений и зачастую служит для скрытия изъянов здания;

2) одиночное озеленение — применяется для декоративного озеленения небольшого участка фасада.

По принципу композиционных сочетаний выделяют три группы:

- 1) функциональное (для терморегулирования микроклимата помещений);
- 2) экологическое (подбор растительности в соответствии с соотношением требований к почве, климатическим условиям, ориентации по сторонам света);
- 3) декоративное (визуальный принцип композиции).

С увеличением этажности здания существует необходимость разграничить озеленяемую зону на высотные уровни и сформировать на каждом из них отдельную, независимую фитосистему. От разницы высотных отметок зависит степень воздействия природных факторов, таких как естественное освещение, ветровой режим, температурный режим, УФ-излучение и пр. По этой причине применение вертикального озеленения фасадов возможно только с применением дополнительных конструктивных элементов. Для

вертикального озеленения сооружений и зданий с повышенной этажностью есть два типа конструкций:

1) поддерживающие (дополнительные крепления, связанные со зданием, — канаты, тросы, обрешетки);

2) жизнеобеспечивающие (специальные емкости с почвой) [1].

Вертикальные системы озеленения классифицируют на «зеленые фасады», «живые стены» и «вертикальный лес», исходя из выбора зеленых насаждений и применяемых вспомогательных конструкций.

Для зданий повышенной этажности используются конструкции «живых стен», которые по принципу работы делятся на три системы озеленения:

1. Войлочная система озеленения (рис. 1). Основа этой конструкции — металлическая рама, которая крепится к фасаду здания. На каркасе установлены панели ПВХ и слой полиамидного волокна, на котором вырезаются карманы. Затем размещаются системы автоматического капельного полива и дренажа. Достоинствами является экологическое очищение воздуха, а также простота в уходе. К минусам можно отнести необходимость устройства дренажной системы.

2. Модульная система озеленения (рис. 2). В основе данной системы лежит рама, к которой прикреплены вертикальные стойки с кронштейнами для закрепления модулей. На нее устанавливается гидропонная система полива. Выращенные растения заранее посажены в модули. Преимущество модульной системы озеленения заключается в отсутствии дренажной системы, простоте ухода, возможности замены выбранных ранее зеленых насаждений и экологической очистке воздуха. Недостатком является необходимость предварительной подготовки узоров и орнаментов из растительности для модулей.

3. Контейнерная система озеленения (рис. 3). Конструкция системы состоит из несущего металлического гидроизолированного металлического каркаса, на котором закреплены трубчатая система полива, а также горшки с почвенным субстратом для посадки растений, к которым проводится собственная оросительная трубка для введения удобрений и воды. К достоинствам можно отнести отсутствие дренажной системы, возможность изменения цветочных композиций и экологической очистки воздуха. Недостатки — сложность в уходе, экономически затратно [2, 3].

При устройстве системы озеленения по типу «вертикальный лес» растительность высаживается в контейнеры, соединенные централизованной капельной системой полива и расположенные на консольных участках перекрытия.

Составляющей системы озеленения по типу «зеленые фасады» является вьющиеся растения, расположенные на стене или на специальных поддерживающих конструкциях. Корневая система заложена в землю у основания стены, рост растений происходит вверх.

В ходе анализа систем вертикального озеленения было выявлено, что наиболее пригодной для сплошного озеленения подходит войлочная система, для частичного — модульная. Для декорирования ландшафта — контейнерная.

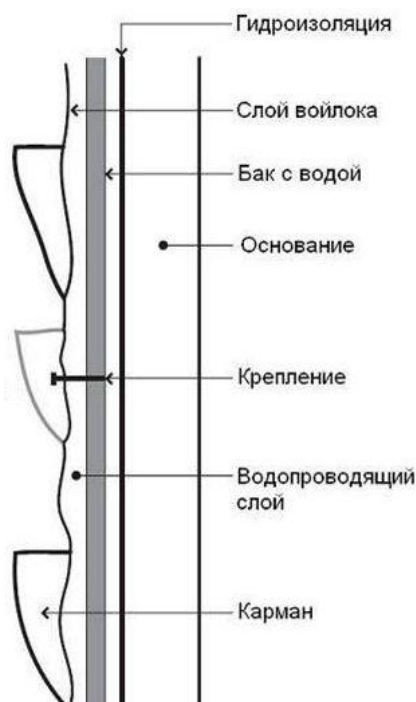


Рис. 1. Войлочная система озеленения



Рис. 2. Модульная система озеленения

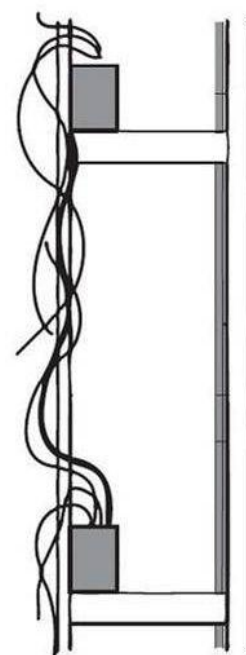


Рис. 3. Контейнерная система озеленения

Подбор растений для вертикального озеленения высотных зданий зависит от климатических особенностей и расположения ограждения относительно сторон света. Они должны быть устойчивы к ветру, морозу и засухе, светолюбивы, неприхотливы в уходе и иметь небольшую корневую систему. Используются в основном деревянистые, травянистые и цепляющиеся растения. Тенелюбивые растения высаживаются в нижней части фасада, а в верхнюю часть размещают ветроустойчивые и способные переносить прямые солнечные лучи растения.

В зависимости от ориентации фасадов по сторонам света следует подобрать правильный вид зеленого насаждения:

север — плющ колхидский, можжевельник, разнообразные виды мхов, виноград девичий;

юг — скумпия кожевенная, жимолость каприфоль, кампсис, цeanотус, виноград девичий;

запад — актинидия коломикта, фремонтодендрон калифорнийский, лимонник китайский;

восток — древогубец лазящий, гортензия черешковая, акебия трехлистная, виноград амурский, княжик сибирский.

Для систем вертикального озеленения одной из главных проблем является климат с продолжительным холодным периодом, что актуально для большей части России. В таких условиях система не выполняет ни эстетические, ни экологические функции. Неправильно подобранные растения для таких климатических условий могут ухудшить визуальное восприятие объекта и спровоцировать частичное разрушение фасада.

При устройстве систем вертикального озеленения по типу «зеленых фасадов» и «живых стен» выполняется невымерзающая конструкция стены, производится подбор специальных видов зеленых насаждений, предусматриваются мероприятия по подготовке растений к зимовке, а также система полива становится сложнее. Эта совокупность действий приводит к повышению финансовых затрат. Однако существует конструкция, которая не приводит к значительному удорожанию в зимний период, двойной фасад. Она представляет из себя двойное остекление светопрозрачными панелями, пространство между которыми выполняют функцию теплицы или оранжереи. В зависимости от растений, которые будут использоваться, расстояние между двумя панелями варьируется от двадцати миллиметров до двух метров. Эта ограждающая конструкция используется в системах вертикального озеленения типа «вертикальный лес». Двойной фасад не требует дополнительных сезонных мероприятий, облегчает подбор растений и эксплуатируется круглогодично. В теплые месяцы наружные панели разбираются или открываются, из-за чего закрытая система вертикального озеленения становится открытой [4].

Для экспериментального озеленения фасада высотного здания ID Tower в Волгограде нами была выбрана контейнерная система озеленения (рис. 4). Базой контейнерной системы является полимерный войлок с кармашками для размещения заранее выращенных растений. В качестве субстрата используют мох сфагнум и гидропонную систему питательного водного раствора для растений. Данная технология позволяет локальным путем заменить несколько стекол на светопрозрачной оболочке здания и задекорировать сплошную поверхность стены большой площади.

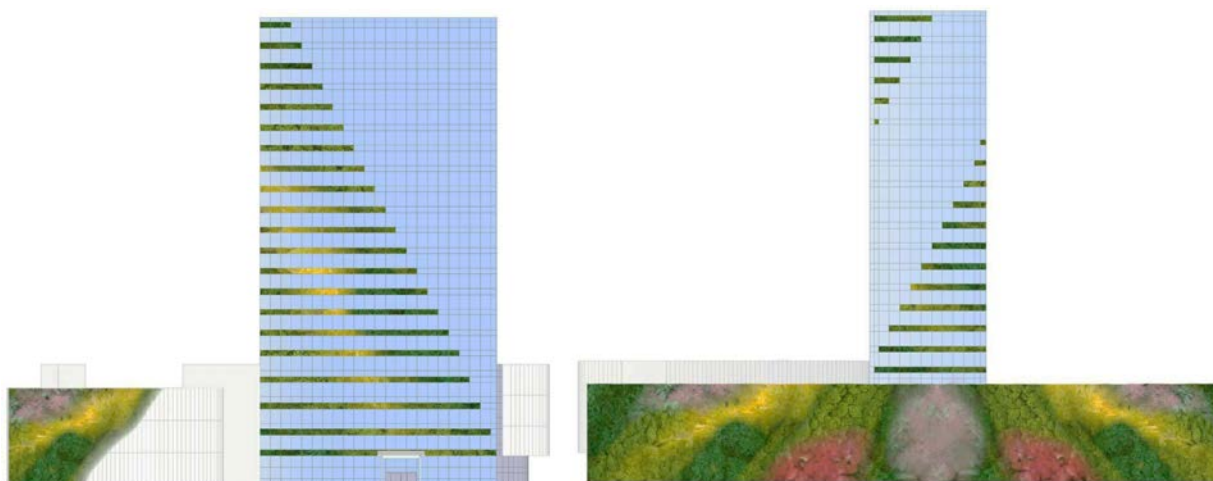


Рис. 4. Предложенное решение

При выборе растений для озеленения в условиях климата Волгоградской области необходимо учитывать несколько факторов:

1. Очень жаркое лето с постоянным ветром и зима с ярко выраженными перепадами температур. Выбранные растения должны быть устойчивы к засухе, морозу и ветру, а также вечнозелеными. Это обеспечит завораживающий внешний вид фасада независимо от времени года.

2. Количество атмосферных осадков, выпадающих на рассматриваемой территории.

3. Тип корневой системы. Для вертикального озеленения подходят растения с поверхностной корневой системой.

Взяв во внимание данные факторы, для умеренно континентального климата подходят такие растения, как:

1. Можжевельник горизонтальный Лайм Глоу — компактный сорт с золотисто-желтой хвоей летом и коричнево-желтой осенью (рис. 5). Зимой хвоя приобретает бронзово-оранжевый оттенок. Растет довольно медленно, достигая 0,4 м в высоту и 1,5...2 м в диаметре. Хвоя игловидная, мелкая.

2. Девичий виноград пятилисточковый — самоопыляющийся лиановидный кустарник (рис. 6). Листья растения темно-зеленого цвета, состоят из трех, пяти листиков, соединенных одной сердцевинной. Края листы пестроватые, могут иметь неровный, зубчатый вид. Молодые побеги имеют красноватую окраску и могут отрастать до 15...20 м.



Рис. 5. Можжевельник горизонтальный
Лайм Глоу



Рис. 6. Девичий виноград
пятилисточковый

3. Скумпия кожевенная Вельвет Клок — кустарник не более 2 м высотой (рис. 7). Красно-фиолетовые листья до самой осени сохраняют этот цвет, когда их окраска сменяется на красную. Воздушные соцветия имеют розовый оттенок.

4. Шотландский мох — полностью морозостойкий, плотный и низкорослый почвопокровный вид, он достигает одинаковой высоты около 2...3 см с шириной от 20 до 30 см (рис. 8). Шотландский мох имеет золотисто-зеленый оттенок. Обладает уникальной способностью образовывать необыкновенно плотные и прочные подушковидные заросли.

Вертикальное озеленение — один из действующих способов улучшить микроклимат как отдельных зданий, так и городов в целом. Данный способ не только привлекает внимание с эстетической стороны, но и воплощает в жизнь натуралистическую концепцию взаимодействия общества и природы. Для реализации вертикального озеленения необходимо учитывать климатические условия местности, а также особенности самих растений. Во многих

странах все чаще появляются здания с зелеными фасадами, террасами, украшенные разнообразными растениями и парками на крышах.



Рис. 7. Скумпия кожевенная Вельвет Клок



Рис. 8. Шотландский мох

На территории России данное ландшафтное решение на фасадах высотных зданий пока только набирает популярность. Климатические условия не позволяют устроить круглогодичное озеленение на верхних этажах. Но все чаще можно заметить применение вертикального озеленения внутри офисных и торговых центров, которые украшают фитостенами.

Библиографический список

1. Дорожкина Е. А. Некоторые аспекты формирования фитофасадов для многоэтажной застройки // Урбанистика. 2020. № 2. С. 77—87.
2. Сергеева Н. Д., Ковалев Р. Б., Голотина И. А. Исследование проблемы применения технологий вертикального озеленения на конструкциях светопрозрачных оболочек зданий // МНИЖ. 2020. № 6-1(96). С. 1—7.
3. Аксенова Е. К., Яновая Я. С. Конструктивные решения систем вертикального и горизонтального озеленения // Наука, образование и экспериментальное проектирование. 2021. № 1. С. 1—4.
4. Колесников А. Г. Анализ конструктивных и экономических особенностей систем вертикального озеленения // Урбанистика. 2021. № 1. С. 88—98.
5. Антонова Н. Н., Татаринцева А. С., Воронцова Ю. В. Вопрос реновации озелененных территорий общего пользования в современной системе озеленения города // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Строительство и архитектура. 2022. № 3(88). С. 224—233.
6. Иванова Н. В., Ганжа О. А. Классификация высотных зданий по фактору вертикального озеленения // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Строительство и архитектура. 2022. № 3(88). С. 427—434. EDN EHWLVN.
7. Прокопенко В. В., Барбаров И. И. Градостроительные особенности взаимосвязи зеленой зоны с системой озелененных территорий города // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Строительство и архитектура. 2022. № 2(87). С. 261—269.
8. Иванова Н. В., Ганжа О. А., Подковыров И. Ю. Методические основы строительства вертикального озеленения здания // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Строительство и архитектура. 2021. № 3(84). С. 142—155.

Д. В. Гайворонская, Я. С. Захаров, О. Г. Чеснокова

*Волгоградский государственный технический университет,
Волгоград, Российская Федерация*

РАЗРАБОТКА ДИНАМИЧЕСКОГО ФАСАДА УНИКАЛЬНОГО ЗДАНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ LED-МЕДИАПАНЕЛЕЙ

Представлена разработка динамического фасада с использованием LED-панелей при помощи электрического винтового домкратного механизма. Проведено исследование основных задач, которые должны выполняться пакетом программного обеспечения.

Ключевые слова: кинетическая архитектура, динамическая архитектура, светодиодные панели, динамический фасад, медиафасад.

Визуальное восприятие любого здания человеком связано с масштабами конструкции и его уникальностью, отличием от других сооружений. Фасад здания — промежуточное звено между интерьером и экстерьером, оболочка, которая постоянно развивается с помощью инженерных решений и новейших технологий.

Современная архитектура подразделяется на динамическую (кинетическую) и статическую. Цель динамических фасадов — поддержание баланса технологичности и эстетичности. Динамические фасады обеспечивают фильтрацию между зданием и улицей, вентиляцию и визуальное объединение. Архитекторы не так давно стали внедрять данную идею в свои конструкции, но эта технология далеко не новая.

В данной разработке предлагается один из типов кинетических фасадов — сценический (или архитектурный), предназначенный для оживления окружающего пространства в условиях плотной городской застройки за счет различных оптических или иных решений.

Боковой фасад здания состоит из двух типов — неподвижные и динамические панели.

Вентилируемый неподвижный фасад здания состоит из несущего каркаса, утеплителя, паронитового уплотнителя, ветро-влажностной негорючей пленки, металлической неподвижной рамы, декоративных профилей и матовых плит из фиброцемента. Несущий каркас включает в себя металлические профили и стеновые крепления, которые крепятся к стене с помощью фасадного анкера, а к профилю с помощью вытяжных заклепок. Для предотвращения возникновения коррозии в области крепления кронштейна к стене и понижения влияния мостика холода применяется паронитовый уплотнитель. Ветро-влажностная негорючая пленка устанавливается после утеплителя и защищает его с внешней стороны от влаги, конденсата и проникновения холодного воздуха. Неподвижная металлическая рама с одной стороны крепится к несущей конструкции, а с другой к декоративным профилям, которые

обрамляют швы между фиброцементными плитами. Декоративные профили окрашены в цвет плит и защищают стену здания от осадков.

Спроектированное высотное здание с динамическим фасадом приведено на рис. 1.

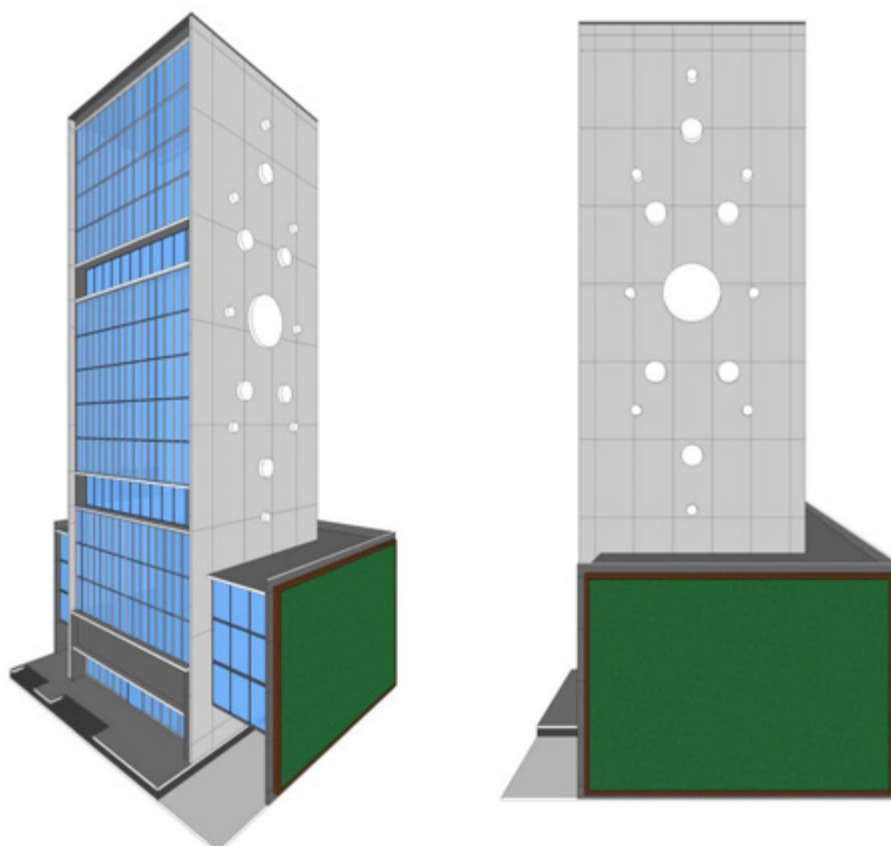


Рис. 1. Спроектированное высотное здание с динамическим фасадом

Динамические элементы фасада (рис. 2) монтируются к несущему каркасу и состоят из электрического винтового домкратного механизма, рамы панели, металлических листов цилиндрической формы, плит в форме окружности.

Электрический винтовой домкратный механизм обеспечивает возвратно-поступательное движение панели. Максимальное выдвигание панели 0,7 м. Винтовые домкраты обеспечивают надежную фиксацию и имеют высокую грузоподъемность.

Рама динамической панели — каркас, который передвигает электрический винтовой домкратный механизм. Для движения рамы предусмотрены полозья, которые крепятся к неподвижной раме. Рама с внешней стороны облицована металлическими листами цилиндрической формы, которые покрыты грунтовкой, обеспечивающей защиту металла от коррозии, и краской в цвет основных плит.

Лицевая сторона выдвигаемых панелей — гладкие матовые фиброцементные плиты, толщина которых 10 мм. Масса 1 м² окрашенной плиты составляет 17 кг. На плиты прикрепляются светодиодные медиафасады.

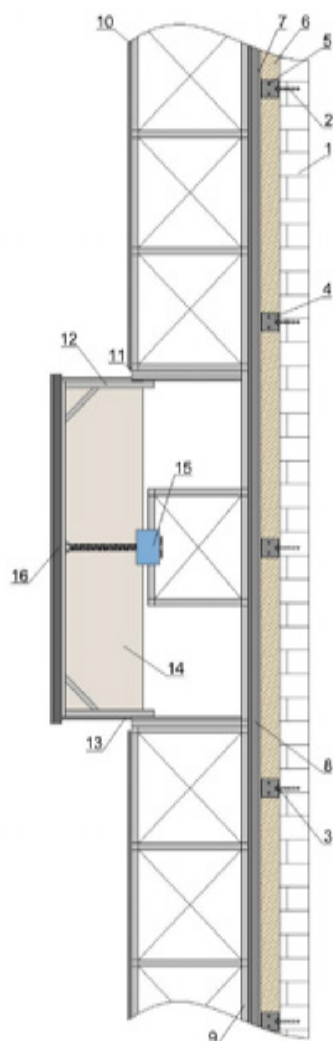


Рис. 2. Конструкция предложенного динамического фасада. Элементы конструкции:
 1 — стена; 2 — фасадный анкер; 3 — паронитовый уплотнитель; 4 — стеновое крепление;
 5 — вытяжные заклепки; 6 — утеплитель; 7 — ветро-влажностная негорючая пленка;
 8 — металлический несущий профиль; 9 — неподвижная рама; 10 — фиброцементная матовая плита;
 11 — декоративный профиль; 12 — подвижная рама; 13 — ползья; 14 — металлический покрашенный
 лист цилиндрической формы; 15 — электрический винтовой домкратный механизм; 16 — LED-медиафасад

LED-медиафасад — инновационное воплощение уникальных архитектурных решений. Новейшие технологии позволяют фасаду зданий становиться ярким видеозэкраном для смотрящих на здание. Основа конструкции — алюминиевая сетка, которая состоит из определенного количества светоизлучающих диодов.

Медиафасад имеет ряд отличий от уличного светодиодного экрана:

- 1) абсолютно любой размер и форма;
- 2) меньший вес;
- 3) сохраняет освещенность окон;
- 4) возможность монтажа на любой поверхности и не требует усиления несущих стен;
- 5) обладает большей яркостью (видны издали в любую погоду);
- 6) экономически эффективный;
- 7) не нарушает вентиляцию и теплоизоляцию здания.

Управление LED-медиафасада осуществляется передачей сигналов управления от персонального компьютера со специально установленным ПО при помощи определенного числа передающих и приемных карт (Sending Cards, Receiving Cards), входящих в состав светодиодной панели.

В зависимости от назначения медиафасада, система управления может быть встроенной или удаленной. Поддерживается протокол передачи данных TCP/IP, что способствует передаче данных и управлению экраном через сети и радиоканалы.

Для проектирования кинетического фасада высотного здания подобраны три круглые LED-медиапанели диаметрами 8, 3 и 1,5 м с шагом пикселя 25/50 мм, мощностью 278 Вт и яркостью 12000 кд/м², что позволяет легко увидеть изображение на панели с расстояния более 60 м (рис. 3).

Предложенные медиапанели можно использовать круглосуточно в качестве простой светодиодной подсветки здания или коммерческой рекламы компаний и брендов, а их расположение подчеркивает индивидуальность архитектуры здания на фоне современного города.

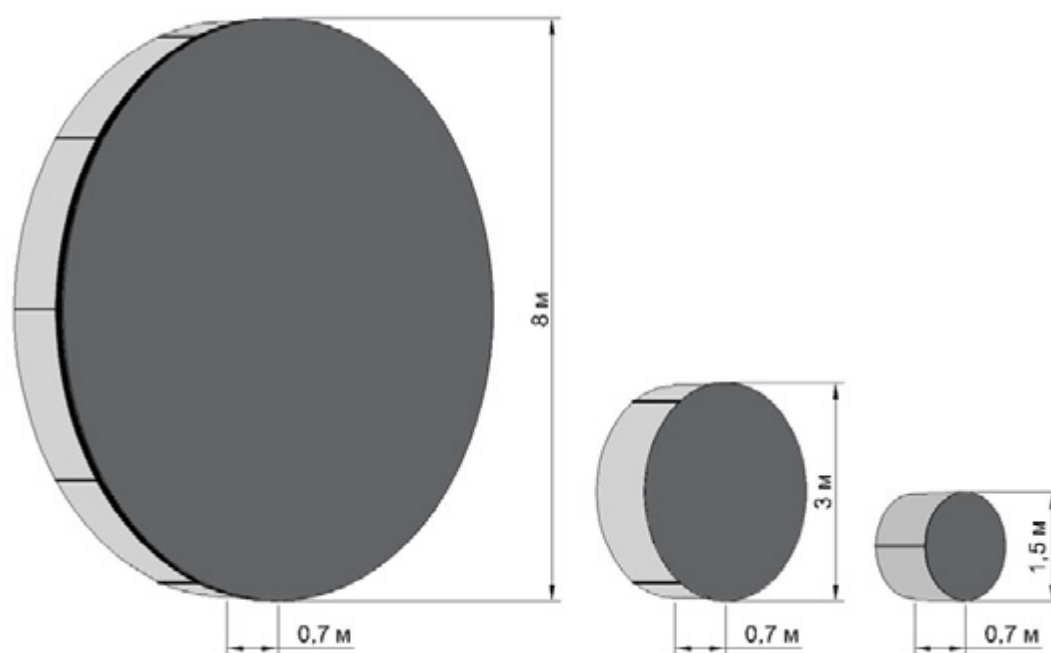


Рис. 3. Предложенные размеры LED-медиафасадов для высотного здания

Динамический фасад может работать в нескольких режимах. В движение кинетические панели приводятся с помощью программного обеспечения на компьютере, который может управлять каждым из пятнадцати домкратов. В программу заложен алгоритм, который изменяет время начала и скорость движения каждой динамической плиты в отдельности, что позволяет воспроизводить каждый из пяти режимов в различных последовательностях.

Режим 1. Движение панелей происходит плавно по типу волны с центром возникновения в центральной панели — от большей панели к меньшей. При этом скорость всех плит одинаковая, различается только интервал меж-

ду началом движения. Процесс длится на протяжении 10 минут, затем алгоритм переходит к режиму 2.

Режим 2. Все выдвижные панели задвигаются, из-за чего боковой фасад здания становится ровным. Данный этап длится 30 минут. Это необходимо для увеличения срока службы механизма.

Режим 3. Все панели выдвигаются одновременно и синхронно совершают возвратно-поступательные движения. Скорость постепенно меняется. Движение длится 10 минут, затем программа запускает режим 2.

Режим 4. Хаотичное движение панелей. Визуально такое движение выглядит хаотичным, но движения каждой из панелей описаны пятнадцатью разными последовательностями с изменением скорости и задержки перед началом движения. Длительность 10 минут, после динамический фасад переходит в режим 2.

Режим 5. Движение панелей происходит по типу волны: справа-налево (слева-направо), сверху-вниз (снизу-вверх). Аналогично режиму 1 — скорость всех плит одинаковая, меняется только промежуток между началом движения плит. Длится 10 минут и возвращается к режиму 2.

Динамический фасад находится в движении с 6:30 до 00:00. Движение начинается с любого режима, кроме второго. Начиная с 6:30, будет производиться 3 режима с возвратно-поступательным движением, причем заканчиваться каждый третий режим будет на четное число, а именно 8:00, 10:00 и т. д. Такое расписание режимов поможет наблюдающим ориентироваться во времени.

Данный кинетический фасад использует материалы и механизмы российского производства, что делает его отечественным аналогом зарубежных динамических фасадов, а его индивидуальность и расположение становится центром притяжения в городской среде.

Направление динамической архитектуры в России в настоящее время находится на стадии зарождения. Ведется поиск новых технологий и материалов, которые смогут выделить здание особенными энергосберегающими свойствами и внешним обликом. Одной из основных проблем проектирования и строительства динамических зданий является высокая стоимость реализации. Но технологии стремительно развиваются, и в ближайшие десятилетия в стране могут появиться первые кинетические фасады [1, 2].

Библиографический список

1. *Васильева А. А., Кузякина А. И.* Кинетическая архитектура в мировой практике // Потенциал интеллектуально одаренной молодежи — развитию науки и образования : материалы X Международного научного форума молодых ученых, инноваторов, студентов и школьников, Астрахань, 27—28 апреля 2021 года / под общ. ред. Т. В. Золиной. Астрахань : Астраханский государственный архитектурно-строительный университет, 2021. С. 180—184.

2. *Семикин П. П., Бацунова Т. П.* Динамическая архитектура. Кинетические фасады // Известия высших учебных заведений. Строительство. 2018. № 6(714). С. 86—96.

3. *Потекина Е. А.* Сравнение типов динамических фасадов // Международная научно-техническая конференция молодых ученых БГТУ им. В. Г. Шухова, посвященная 300-летию Российской академии наук : Сборник докладов Национальной конференции с международным участием, Белгород, 18—20 мая 2022 года. Ч. 2. Белгород : Белгородский государственный технологический университет им. В. Г. Шухова, 2022. С. 220—224.

4. Адаптивные динамические фасады общественных зданий / О. А. Сотникова, К. Н. Сладченко, Д. А. Линников и др. // Студент года 2019 : сборник статей IX Международного научно-исследовательского конкурса, Пенза, 15 мая 2019 года / Ответственный редактор Г. Ю. Гуляев. Пенза : Наука и Просвещение (ИП Г. Ю. Гуляев), 2019. С. 150—154.

5. *Дроботов В. И., Емельянова О. Е.* Некоторые аспекты совершенствования архитектурного образования // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Строительство и архитектура. 2021. № 2(83). С. 248—264.

6. *Корниенко С. В.* Энергоэффективность, экологическая безопасность, экономическая эффективность — приоритетные задачи «зеленого» строительства // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Строительство и архитектура. 2017. № 49(68). С. 167—177.

7. *Ишмаматов Р. Х., Меняйлов С. В.* Современные аспекты энергосбережения в жилищном фонде России // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Строительство и архитектура. 2017. № 47(66). С. 347—358.

8. *Растяпина О. А., Бабенко К. В.* Методы оценки зрительного восприятия городского пространства // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Строительство и архитектура. 2017. № 49(68). С. 228—238.

М. В. Глушихин, М. Д. Долгов, С. А. Жигульский, Е. Н. Карпушко

*Волгоградский государственный технический университет,
Волгоград, Российская Федерация*

ПРИНЦИПЫ ФОРМИРОВАНИЯ ПРОГРАММ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ ГРАЖДАНСКИХ ЗДАНИЙ

Энергосбережение является неотъемлемой частью жизненного цикла объекта строительства как на стадии проектирования, так и на стадии эксплуатации. Существует значительный перечень требований к мероприятиям по энергосбережению, в том числе требования к разработке программ энергосбережения конкретных объектов. Такие программы позволяют не только экономить расходуемые ресурсы, но и оптимизировать их распределение с целью рациональной безопасной работы объекта. Проведено исследование особенностей реализации энергосберегающих программ в рамках актуализированной системы нормативно-технической документации в области строительства.

Ключевые слова: энергосбережение, энергоресурсы, программа энергосбережения, план мероприятий.

В настоящее время остро стоит вопрос об экономической эффективности использования гражданских объектов строительства различного назначения, в том числе за счет снижения расходов на его эксплуатацию при помощи реализации энергосберегающих мероприятий. По экспертным оценкам, принятие наиболее простых мер позволяет сократить расходы на 20...30 %, быстрее окупить технологии, а также сделать объект более привлекательным для потребителей. Объекты гражданского назначения относятся к объектам с массовым пребыванием людей, что однозначно обуславливает актуальность работы с точки зрения их энергосбережения.

В соответствии с действующим законодательством энергосбережение является неотъемлемой частью жизненного цикла объекта строительства как на стадии проектирования, так и на стадии эксплуатации. Соответственно, существует значительный перечень требований к мероприятиям по энергосбережению, в том числе требования к разработке программ энергосбережения конкретных объектов. Такие программы позволяют не только экономить расходуемые ресурсы, но и оптимизировать их распределение с целью рациональной безопасной работы объекта.

В общем виде требования к мероприятиям можно разделить на три основные категории: мероприятия по учету, мероприятия по контролю и мероприятия по энергоаудиту.

Мероприятия по учету включают в себя установку оборудования (приборов) в жилых и общественных зданиях для предоставления достоверной информации о фактическом потреблении энергоресурсов. Это позволяет не только получить сведения о фактическом потреблении энергии различными потребителями, но и выявить возможные источники ее потерь. Поэтому

основные требования к измерительному оборудованию — это разумные цены, низкие эксплуатационные расходы и достоверность предоставляемых данных.

В связи с массовым введением приборов учета на объектах жилищно-коммунального хозяйства возникает потребность в мероприятиях по контролю. Для этого разрабатываются системы контроля и удаленного доступа к сведениям о потреблении энергоресурсов, которые фиксируются приборами учета. Это дает дополнительные возможности и очевидные преимущества. Системы управления обеспечивают оперативный контроль потребления энергии, генерируют отчеты для поставщиков энергии и контролируют работу измерительного оборудования. В комплексном энергосбережении часто предусматривается использование GSM-связи, которые позволяют передавать данные как в цифровом, так и в голосовом виде.

После надлежащего выполнения первых двух этапов можно переходить к энергетическому обследованию с последующей разработкой мероприятий по энергосбережению ресурсов. На этой стадии определяется баланс энергопотребления и выявляются источники чрезмерных потерь. На основе этих данных составляется план мероприятий для дальнейшего формирования программы энергосбережения. Здесь учитывается инвестиционная привлекательность, срок окупаемости и планируемые затраты. Исходя из финансовых возможностей, составляются планы реализации разработанных мер, начиная от низко- и среднезатратных до высокозатратных.

Эти мероприятия являются ключевыми при формировании программы энергосбережения. Форма программы энергоэффективности и энергосбережения для объектов строительства гражданского назначения в действующем законодательстве указана в положениях [4]. Основными структурными элементами программ энергоэффективности и энергосбережения являются следующие:

- 1) паспорт программы энергосбережения;
- 2) обоснование (пояснительная записка) программы энергосбережения;
- 3) цели, задачи и сроки реализации программы;
- 4) целевые показатели;
- 5) характеристики системы ресурсоснабжения;
- 6) динамика потребления ресурсов;
- 7) технико-экономические показатели реализации программы.

Результатом реализации программы энергосбережения является снижение потребления энергоресурсов в натуральном и денежном выражении. За счет эффекта от реализации программы появляется возможность направить сэкономленные средства на иные мероприятия, касающиеся безопасной эксплуатации объектов строительства.

Энергосберегающие технологии регулируются положениями [1], согласно которым требования должны включать в себя: показатели, характеризующие удельную величину расхода; требования к влияющим на энергетическую эффективность зданий решениям и требования к отдельным элементам,

позволяющие исключить нерациональный расход энергетических ресурсов. В соответствии с требованиями [1] программа энергосбережения является обязательной для всех государственных и муниципальных учреждений.

Качественная оценка энергопотребления объектами жилого фонда включает большой перечень работ. До подписания договора согласовывается техническое задание, которое включает виды работ. В ходе аудита обязательно проводятся:

- 1) документальное и визуальное изучение технических характеристик объекта аудита;
- 2) энергетическое обследование зданий и сооружений, коммунальных отопительных котельных и систем подачи тепла в квартиры;
- 3) анализ состояния домового оборудования, участвующего в процессе транспортировки ресурсов;
- 4) проверка правильности нормирования потребления энергоресурсов и работы средств учета расходования тепла, электричества и воды;
- 5) замеры и инструментальные исследования данных с применением приборов отыскания утечки воды и измерения утечки тепла, специальных средств для выявления перерасхода электрической энергии;
- 6) анкетирование и другие способы получения информации от непосредственных потребителей ресурсов — жителей МКД;
- 7) оценка действующих мер, направленных на повышение энергоэффективности;
- 8) фиксация и обработка полученных данных, составление отчета по энергоаудиту жилого дома;
- 9) разработка плана мероприятий по энергосбережению и рекомендаций по устранению причин, ведущих к потерям ресурсов;

Обязательным структурным элементом программы энергосбережения является формирование целевых показателей программы. Основным изменением в программе энергоэффективности и энергосбережения с 2021 года является введение методики расчета целевых показателей, которые ранее могли рассчитываться произвольным образом. Теперь целевые показатели определяются для каждого конкретного объекта исходя из особенностей энергопотребления объекта, количества потребителей ресурсов на объекте строительства.

Оценка эффективности реализации программы производится путем сравнения каждого фактически достигнутого целевого показателя за соответствующий год с его прогнозным значением.

Эффективность реализации программы оценивается по критериям, выраженным в процентном отношении. Категорирование программ энергосбережения (в соответствии с действующими рекомендациями выражаемое в процентах) предусматривает эффективно выполняемые программы, программы, подлежащие корректировке, и неэффективные программы.

Разработка энергетического паспорта зданий является задачей компаний-энергоаудиторов. Компания-энергоаудитор должна быть членом СРО по

энергоаудиту. Данные требования отражены в положениях [1]. После того, как энергопаспорт здания будет разработан и согласован надлежащим образом, энергоаудитор обязан зарегистрировать его в СРО. Только после проверки и регистрации в СРО энергопаспорт приобретает статус официального документа.

На основании вышеизложенного можно сделать вывод о том, что наиболее эффективной в рассматриваемой области будет являться реализация комплексной программы энергоаудита. За короткий срок специалистами разрабатывается программа, которая включает в себя следующие этапы: предварительный; этап инструментального обследования объекта; анализ информации; разработка мероприятий по энергосбережению; мониторинг. По итогам энергоаудита составляется энергетический паспорт, отражающий баланс потребления энергоресурсов, показатели эффективности их использования и дальнейший план по реализации мероприятий по обеспечению энергосбережения.

Библиографический список

1. Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации : Федеральный закон от 18.11.2009 № 261-ФЗ (ред. 14.07.2022). URL: <https://docs.cntd.ru/document/902186281?section=text>.
2. О составе разделов проектной документации и требования к их содержанию : Постановление Правительства от 16.02.2008 № 87. URL: <https://docs.cntd.ru/document/902087949>.
3. Об утверждении требований к региональным и муниципальным программам в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности и о признании утратившими силу некоторых актов Правительства Российской Федерации и отдельных положений некоторых актов Правительства Российской Федерации : Постановление Правительства от 11.02.2021 № 161. URL: <https://docs.cntd.ru/document/573660152#64U0IK>.
4. Об утверждении требований к форме программ в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности организаций с участием государства и муниципального образования, организаций, осуществляющих регулируемые виды деятельности, и отчетности о ходе их реализации : приказ от 30 июня 2014 года № 398. URL: <https://docs.cntd.ru/document/420208422>.
5. Об утверждении методики расчета значений целевых показателей в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности, в том числе в сопоставимых условиях : приказ от 30 июня 2014 года № 399. URL: <https://docs.cntd.ru/document/420208417>
6. Энергетический паспорт промышленного потребителя топливно-энергетических ресурсов : ГОСТ Р 51379—99. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200005377?section=text>.
7. Энергоэффективность зданий. Методика экономической оценки энергетических систем в зданиях : ГОСТ Р 56295—2014. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200115740>.
8. Фазлиева Я. С., Ахмадеева О. А. Проблемы энергосбережения и энергоэффективности зданий в России // Молодой ученый. 2016. № 7(111). С. 1020—1022. URL: <https://moluch.ru/archive/111/27864/>.

Е. В. Гурова, Е. А. Полякова, Т. В. Астахова, Г. И. Левшин

*Волгоградский государственный технический университет,
Волгоград, Российская Федерация*

ОСОБЕННОСТИ ЧИСЛЕННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ЭКСПЛУАТИРУЕМОГО ОБЪЕКТА

Рассмотрены особенности численного моделирования напряженно-деформированного состояния эксплуатируемого объекта капитального строительства. На основании проектных объемно-планировочных и конструктивных решений сформирована расчетная модель здания, подлежащего реконструкции со сменой функционального назначения. Для оценки напряженно-деформированного состояния объекта реконструкции заданы жесткостные характеристики элементов расчетной модели, основанные на результатах исследования действительного технического состояния объекта. В расчетную модель введены дефекты и повреждения основных несущих конструкций, выявленные при обследовании технического состояния здания.

Ключевые слова: численное моделирование, напряженно-деформированное состояние, дефекты и повреждения, жесткостные характеристики.

При проведении реконструкции объектов капитального строительства особое внимание, как правило, уделяется оценке технического состояния объекта с целью установления возможности реализации проекта его реконструкции, формирования перечня необходимых мероприятий по восстановлению прочностных характеристик несущих конструкций, принятия решения о необходимости их усиления в рамках требований [1]. Особенностью проекта реконструкции объекта капитального строительства со сменой его функционального назначения является необходимость проведения поверочных расчетов на новые нагрузки и воздействия с учетом установленной в ходе проведения обследования объекта категории технического состояния в соответствии с положениями [2].

Объект исследования — двухэтажное здание гражданского назначения 1965 года постройки, расположенное в Советском районе Волгограда (рис.). С 2000 года здание не эксплуатируется по первоначальному функциональному назначению (детский комбинат). Объект исследования представляет собой здание с бескаркасной схемой, вертикальными несущими конструкциями которого являются продольные несущие стены из полнотелого силикатного кирпича на цементно-песчаном растворе толщиной 380 мм. Фундаменты под стены здания — сборные железобетонные. Перекрытие и покрытие выполнены из сборных железобетонных многопустотных плит высотой сечения 220 мм. Опирание плит — шарнирное, на несущие стены. Фундаменты под стены здания — мелкого заложения, ленточные, на естественном основании из блоков типа ФБС.



Общий вид объекта исследования

Проектом реконструкции предусмотрена смена функционального назначения объекта и перепрофилирование его в здание детской поликлиники. Для размещения необходимых помещений в соответствии с новым функциональным назначением объекта проектом реконструкции предусмотрено как увеличение его площади за счет пристройки дополнительных объемов, так и перепланировка существующего здания.

Не останавливаясь в настоящей работе на вопросах возведения пристроек к основному (существующему) зданию, целью настоящей работы поставлен выбор варианта численного моделирования (формирования расчетной модели) объекта исследования с учетом результатов оценки его действительного технического состояния.

В зависимости от установленной категории технического состояния объекта по результатам оценки его действительного технического состояния принимается решение о необходимости усиления или восстановления строительных конструкций объекта. В соответствии с положениями [2] обоснованием реконструктивных мероприятий могут служить результаты расчета численной модели объекта капитального строительства. Соответственно, значимым является вопрос численного моделирования тех дефектов и повреждений эксплуатируемого объекта, которые оказывают существенное влияние на его напряженно-деформированное состояние.

В 2021 году специализированной организацией проведена оценка технического состояния объекта исследования, по результатам которой категория технического состояния объекта принята ограниченно-работоспособной. Такая категория технического состояния как строительных конструкций, так и объекта в целом, в соответствии с положениями [2], подразумевает либо установление системы постоянного мониторинга за состоянием конструкций (объекта в целом), так и разработки проекта усиления (восстановления) как отдельных строительных конструкций, так и объекта в целом.

На основании результатов обследования технического состояния и некоторых обобщений проведена оценка числовых характеристик распределений этих параметров. Сведения о местоположении и параметрах дефектов и повреждений несущих конструкций использованы для оценки характеристик напряженно-деформированного состояния объекта исследования.

При формировании расчетной модели эксплуатируемого объекта его расчетная схема назначается в соответствии со схемой деформирования, подтвержденной строительной практикой. Принимая во внимание, что расчетная модель представляет собой, по сути, аналог механической модели сооружения, в нее вводятся упрощающие гипотезы, позволяющие выделить определяющие факторы, влияющие на работу несущих конструкций. Кроме того, критерием для выбора той или иной модели (включая степень детализации) служит оценка результата, удовлетворяющего условиям поставленной задачи.

При создании расчетной модели выделяются основные принципы формирования исходных данных, позволяющих сформировать представление об объекте исследования:

- 1) общее описание системы и задачи в целом;
- 2) структура системы;
- 3) геометрия системы;
- 4) граничные условия;
- 5) характеристики материалов;
- 6) сведения о нагрузках и воздействиях.

Содержание вышеуказанных сведений может быть избыточным, но не противоречивым. Содержание числовых массивов, однозначно соответствующее расчетной модели, классифицируется как информационная или цифровая модель системы. В понятие информационной модели также входит и система логических связей между массивами, обычно реализуемых с помощью программных средств.

Реализация расчетной модели проводилась в расчетных комплексах «Мономах» и «Лира», что обусловлено различными принципами формирования исходной модели, с одной стороны, и взаимной сходимостью результатов, с другой. Оба расчетных комплекса основаны на методе конечных элементов в форме метода перемещений. Основой метода является совместность перемещений в узлах расчетной схемы по всем направлениям, реализуемым в рамках поставленной задачи.

Моделирование дефектов и повреждений эксплуатируемого здания в рамках настоящей работы реализовано в части задания сквозных вертикальных трещин в несущих наружных стенах, наличие которых установлено в рамках проведения натурного обследования.

Проверка адекватности общей расчетной модели выполнена сопоставлением результатов численной реализации модели объекта и результатов натурных исследований, реализованных в рамках технического обследования.

С точки зрения реализации в рамках расчетной модели, выявленные сквозные вертикальные трещины в несущих стенах здания, смоделированы в следующих вариантах:

- 1) задание двух независимых (что обеспечивает разрывность перемещений) узлов в пределах трещины;
- 2) введение условного слоя пониженной жесткости в пределах развития трещины.

Оценка напряженно-деформированного состояния объекта исследования при реализации различных вариантов задания дефектов (повреждений) позволяет сделать следующие выводы:

1) в рамках решаемой задачи при исходных конструктивных и объемно-планировочных решениях вариант введения в расчетную модель разрывности перемещений в узлах расчетной схемы не в полной мере соответствует результатам натурного обследования;

2) введение в расчетную модель в рамках повреждения (трещины) конечных элементов пониженной жесткости позволяет получить картину деформированного состояния, в достаточной мере соответствующей результатам оценки напряженно-деформированного состояния (принятое в работе соотношение жесткостей «трещина/стена» составило 1/100 000).

По результатам настоящей работы можно сделать вывод, что для эксплуатируемого объекта исследования (в рамках формирования конечно-элементной модели конкретного объекта) для дальнейшей оценки напряженно-деформированного состояния целесообразно моделирование вертикальных трещин в виде введения по длине трещины конечных элементов пониженной жесткости.

Библиографический список

1. Технический регламент о безопасности зданий и сооружений : Федеральный закон от 30.12.2009 № 384-ФЗ. URL: <https://www.minstroyrf.gov.ru/docs/1241/>.

2. Межгосударственный стандарт. Здания и сооружения. Правила обследования и мониторинга технического состояния : ГОСТ 31937—2011. URL: https://www.admrebr.ru/upload/iblock/e68/e3xmg189ypmum71opfwkwb20un4xu759/GOST-31937_2011.-Mezhgosudarstvennyy-standart.-Zdaniya-i-sooru.pdf.

М. Д. Долгов, М. В. Глушихин, А. А. Похилько, С. А. Жигульский

*Волгоградский государственный технический университет,
Волгоград, Российская Федерация*

ПРОЦЕДУРНЫЕ ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОГРАММЫ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ

Выполнено исследование процедурных особенностей реализации мероприятий по энергосбережению в рамках формирования программы энергосбережения как для существующих, так и для проектируемых объектов строительства. Выявлены основные направления рациональной оптимизации организационно-управленческих решений в рассматриваемой области.

Ключевые слова: энергосбережение, программа энергосбережения, процедурные особенности.

Программа энергосбережения за последние десять лет стала не только популярной, но и обязательной для значительного количества как существующих, так и строящихся объектов недвижимости. Причиной этому стала задача обеспечения экономической эффективности использования объектов строительства, а программа энергосбережения стала одним из способов решения поставленной задачи.

В общем случае программа энергосбережения — это план сокращения потребления энергоресурсов в рамках одного конкретного объекта.

Программа энергосбережения позволяет выполнить следующее:

- 1) сформировать перечень сведений, характеризующих объект в рассматриваемой области на момент проведения исследования с целью установления реальной ситуации в части энергосбережения;
- 2) установить цели и задачи мероприятий по сокращению энергопотребления;
- 3) разработать план мероприятий по энергосбережению для конкретного объекта.

Обязательной разработкой программы энергосбережения является для всех организаций и учреждений, финансируемых из бюджетов различных уровней, перечень которых устанавливается ст. 25 ФЗ № 261 [3]. В соответствии с положениями [5] целевой уровень снижения потребления ресурсов устанавливается на 3-летний период с 2021 года с последующей его актуализацией на очередной 3-летний период.

Несмотря на принятие ряда нормативно-правовых актов, устанавливающих отдельные требования к программам энергосбережения, в настоящее время однозначно не определен процедурный алгоритм их формирования, что в определенной степени затрудняет практическую разработку программ энергосбережения для объектов капитального строительства во всем их многообразии.

Цель работы — выявление основных направлений рациональной оптимизации организационно-управленческих решений в рассматриваемой области.

Форма программы энергосбережения для государственных и муниципальных организаций утверждена в приказе № 398 в разделе 1 [4].

Положениями приказа № 398 [4] установлены обязательные разделы, которые должны быть включены в каждую программу энергосбережения:

- 1) паспорт программы энергосбережения бюджетного учреждения или организации;
- 2) целевые показатели программы энергосбережения;
- 3) перечень мероприятий по энергосбережению в рамках установленных целей программы.

Для грамотной реализации программы энергосбережения необходимо, в первую очередь, привлечение квалифицированных специалистов, что обуславливает корректность программы и эффективность ее реализации. Формирование образовательных программ для подготовки квалифицированных кадров по энергоаудиту (энергосбережению) может быть реализовано в различных форматах — как в рамках системы высшего или среднего профессионального образования (отдельные дисциплины или модули дисциплин), так и в рамках дополнительного образования (программы повышения квалификации, программы профессиональной переподготовки).

Другой особенностью реализации программы энергосбережения является местоположение объекта. Отдельные мероприятия по установлению объективных характеристик объекта в части разработки программы по энергосбережению зачастую имеют специфические особенности и могут проводиться при наличии определенных показателей внешней среды. Поэтому требования к условиям проведения работ устанавливаются в конкретной привязке к региону независимо от схожести решаемых задач.

Кроме того, при реализации программы энергосбережения одним из определяющих факторов является целесообразность назначаемых мероприятий. Так, для начала нужно оценить сам объект и установить факторы, определяющие эффективность программы энергосбережения. Например, система отопления работает на повышенных от средних мощностей и плохо отапливает помещения. Первоочередной в таком случае будет являться оценка технического состояния самой системы, возможно достаточными будут мало затратные мероприятия по ее внутренней очистке и покупке регулирующих клапанов на уже имеющиеся радиаторы. Или же наоборот, при нормально работающей системе отопления основные тепловые потери идут через оконные рамы, что потребует больших финансовых затрат, однако эффект будет заметен сразу.

Затруднения при реализации программы энергосбережения среди частных лиц зачастую вызывает неосведомленность собственников в данном вопросе, так как их не касается установленная законодательством ответственность. Здесь на передний план выходит не только необходимость формирования

и реализации программы энергосбережения, но и поиск подхода к убеждению собственников их выполнить, наряду с их информированием о планируемых финансовых затратах и ожидаемых в будущем результатах ее применения.

При проектировании новых объектов капитального строительства (в частности, гражданского назначения) часть мероприятий и энергоэффективных технологий, которые помогут не только сделать объект современным, но и привлекательным для пользователей, закладываются на стадии разработки проектной документации.

В свою очередь, в этом случае определяющим является функциональное назначение проектируемого объекта строительства, которое накладывает достаточно жесткие требования не только к микроклимату помещений, но и к применяемым материалам и технологиям в части энергосбережения [6—12].

Кроме вышеизложенного, еще одним фактором эффективного внедрения программ энергосбережения на объектах строительства является уровень технологического и информационного развития конкретного муниципального образования. В небольших городах, очевидно, не будут создаваться компании, ориентированные на создание и реализацию программ энергосбережения. Зачастую этот вопрос будет решать сотрудник уже действующей организации, назначенный ответственным за решение данного вопроса. Из-за чего могут возникнуть следующие проблемы: нерациональное использование бюджетных средств вследствие неверного выбора перечня мероприятий по энергосбережению, а также трудности с подбором квалифицированных кадров.

На основании вышеизложенного можно сделать вывод о том, что внедрение программ энергосбережения в настоящее время находится на этапе структурирования. Принимая во внимание невозможность установления в полном объеме критериев, характеризующих программу энергосбережения для каждого конкретного объекта, целесообразно выделить общих тенденций и формализацию принципов формирования программ для каждого типа зданий в зависимости от его функционального назначения, формы собственности, объемно-планировочных и конструктивных особенностей, длительности эксплуатации и т. д.

Библиографический список

1. Проблемы и особенности формирования региональных программ энергосбережения / Е. Г. Гашо, Е. В. Репецкая, В. С. Пузаков и др. URL: http://www.energsovet.ru/bul_stat.php?id=112.
2. Гашо Е. Г., Репецкая Е. В., Бандурист В. Н. Формирование региональных программ энергосбережения. URL: https://www.abok.ru/for_spec/articles.php?nid=4770.
3. Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности : Федеральный закон от 23.11.2009 № 261-ФЗ. URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_93978/.

4. Об утверждении требований к форме программ в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности организаций с участием государства и муниципального образования, организаций, осуществляющих регулируемые виды деятельности, и отчетности о ходе их реализации : Приказ от 30.06.2014 № 398. URL: <https://docs.cntd.ru/document/420208422>.

5. О внесении изменений в требования к снижению государственными (муниципальными) учреждениями в сопоставимых условиях суммарного объема потребляемых ими дизельного и иного топлива, мазута, природного газа, тепловой энергии, электрической энергии, угля, а также объема потребляемой ими воды : Постановление Правительства РФ от 23.06.2020 № 914. URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_355807/.

6. Здания общеобразовательных организаций : СП 251.1325800.2016. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200139445>.

7. Здания дошкольных образовательных организаций : СП 252.1325800.2016. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200139949>.

8. Здания образовательных организаций высшего образования : СП 278.1325800.2016. URL: <https://docs.cntd.ru/document/456069591>.

9. Административные и бытовые здания : СП 44.13330.2011. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200084087>.

10. Спортивные сооружения : СП 332.1325800.2017. URL: <https://docs.cntd.ru/document/556793895>.

11. Здания и помещения медицинских организаций : СП 158.13330.2014. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200110514>.

12. Общественные здания и сооружения : СП 118.13330.2012. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200092705>.

Е. Н. Карпушко, А. А. Кушнарева, А. А. Петрова, Т. М. Вахания

*Волгоградский государственный технический университет,
Волгоград, Российская Федерация*

ИССЛЕДОВАНИЕ ОСОБЕННОСТЕЙ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОЕКТА БЛАГОУСТРОЙСТВА ТЕРРИТОРИИ МНОГОКВАРТИРНОГО ДОМА

Существуют различные факторы, оказывающие влияние на качество и результативность проведения мероприятий по благоустройству, однако это всегда является актуальной проблемой для жителей всех регионов нашей страны и для местных властей. В процессе исследования выявлены особенности реализации проекта благоустройства, принципы определения границ придомовой территории, а также выполнен анализ эффективной деятельности управляющих организаций и жилищных объединений в рамках разработанных нормативов. Изучены теоретико-методологические основы регулирования в сфере благоустройства и законодательные акты, определены базовые направления деятельности руководящих лиц. Предложены меры по решению проблем в сфере благоустройства на управленческом уровне.

Ключевые слова: проект благоустройства, границы придомовой территории, разработанные нормативы, законодательные акты.

Благоустройство территории многоквартирного дома (МКД) представляет собой комплекс мероприятий по содержанию и обслуживанию общего состояния дома, а также созданию комфортной и безопасной среды пребывания для жителей, за счет поддержания эстетических, санитарных и экологических условий. Ежегодно правительство активно реализует государственные программы, направленные на формирование комфортной городской среды и благоустройство дворовых территорий. К ним относится национальная программа «Жилье и городская среда», запланированная на 3 года. Предполагается, что до 2024 года в порядок приведут 150 дворов с общим числом жителей 100 тысяч человек [1].

Комплексный подход к повышению качества городской среды позволяет улучшить условия комфортной жизни как для отдельного человека по месту проживания, так и для всех жителей города за счет благоустройства многоэтажной жилой застройки, внутридворовых территорий. Результаты достижения стратегических целей развития города приведены в табл.

В рамках данных мероприятий появляются детские и спортивные площадки, малые архитектурные формы (далее — МАФ), ремонтируются тротуары и внутридворовые проезды, выполняется озеленение. Однако после освоения федеральных средств и проведения работ подрядчиками возникают серьезные противоречия относительно их дальнейшего обслуживания.

Целевые индикаторы по направлению «Повышение качества городской среды»

№ п/п	Наименование показателя	Ед. изм.	Целевой индикатор		
			2022 год (прогноз)	1 квартал 2022 года (отчет)	2022 год (оценка)
Развитие городской среды					
1	Количество благоустроенных общественных территорий с учетом территорий, благоустроенных до начала реализации муниципальной программы «Формирование современной городской среды»	Ед.	68	40	55
2	Количество благоустроенных дворовых территорий МКД с учетом территорий, благоустроенных до начала реализации муниципальной программы «Формирование современной городской среды»	Ед.	888	891	933
3	Индекс качества городской среды	Балл	161	163	171

Для участия объекта в такой программе общее собрание собственников помещений МКД принимает решения об участии, составе работ и включении МАФ в общее имущество, а затем подают заявку. Проведение голосования и осуществление работ по благоустройству может занимать несколько лет. В течение этого времени в доме может поменяться управляющая организация и для нее содержание МАФ становится неожиданностью. Отсюда и возникают спорные ситуации между органами местного самоуправления и управляющими организациями по вопросам дальнейшего обслуживания МАФ [2].

На придомовых территориях малые архитектурные формы устанавливаются по решению собрания собственников по согласованию с организацией по обслуживанию жилищного фонда. При проектировании и размещении оборудования МАФ необходимо предусматривать обязанности по их содержанию, которые возлагаются на правообладателей земельного участка, в границах которого они установлены. Данная деятельность предусматривает:

- 1) обеспечение технической исправности и безопасности их использования;
- 2) работы по ремонту и восстановлению элементов;
- 3) санитарную очистку оборудования и территории вокруг.

Для того чтобы выявить, кто несет ответственность на моменте пользования и содержания элементов инфраструктуры дворовых территорий, необходимо изучить законодательную деятельность в этой области. Нормативно-правовое обеспечение деятельности производится в соответствии с установленным порядком застройки территории, с правилами принадлежности земли и рассчитанными границами, исходит из перечня прописанных работ и услуг, а также порядка их выполнения.

Первым шагом для улучшения прилегающей территории МКД должно стать принятие жителями принципиального решения о необходимости благоустройства дворовой территории (рис.). На этапе завершения строительства составляется акт на прилегающий к нему участок земли, в котором обозначаются площадь и границы придомовой территории. Вследствие этого определяются ответственные лица за содержание элементов благоустройства, к их деятельности относятся следующие виды работ:

- 1) устройство пешеходных дорожек;
- 2) ремонт инвентаря на детских спортивных, хозяйственных площадках и площадках для отдыха граждан;
- 3) сохранение и улучшение малых архитектурных форм;
- 4) установка ограждений и пандусов;
- 5) посадка зеленых насаждений и мероприятия по уходу за ними;
- 6) организация мест общего пользования, устройство скамеек и урн;
- 7) обеспечение освещения дворовых территорий;
- 8) формирование информационных стендов, площадок ТБО;
- 9) уборка территорий (подметание, удаление мусора, снега, наледи, проведение иных технологических операций для поддержания объектов благоустройства в чистоте);
- 10) работы по созданию новых объектов благоустройства;
- 11) виды работ по капитальному ремонту;
- 12) предотвращение аварийных ситуаций [3].

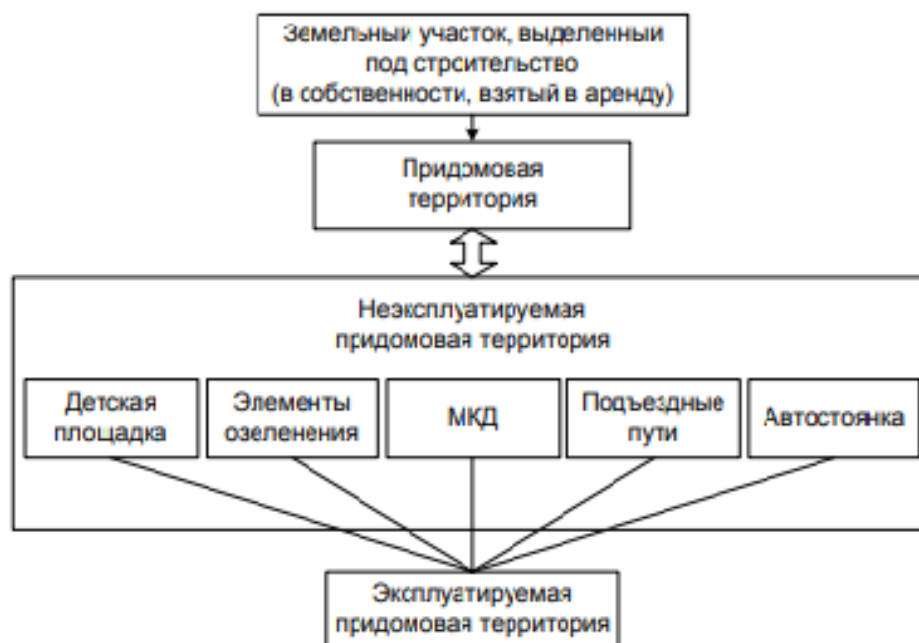


Схема трансформации земельного участка под строительство в придомовую территорию МКД

До межевания квартала собственником земли является соответствующее публично-правовое образование. У органов местного самоуправления есть возможность не делить двор между ближайшими домами поровну. Часть

двора может быть оставлена в муниципальной собственности как земля общего пользования. Поэтому собственники помещений в конкретном доме вправе в заявлении в органы местного самоуправления указать потребности собственников помещений в земле. В данном вопросе следует исходить из специфики планировки, соглашения владельцев и их интересов.

Вопрос с определением границ земельного участка, на котором расположен МКД в существующей застройке, будет решаться органами местного самоуправления по причине отсутствия в настоящее время на федеральном уровне нормативных требований к размеру земельного участка, на котором расположен МКД, за исключением ссылок на градостроительное законодательство (ст. 42 и 43 ГрК РФ) [4].

Ответственность по облагораживанию придомовой территории, права и обязанности сторон фиксируются с помощью заключения договора об управлении МКД между жильцами и управляющей организацией. При возникновении споров по вопросам несоблюдения данных обязательств, возможно ознакомление с утвержденным актом придомовой территории, в котором прописаны все условия осуществления работ по благоустройству. Информация данного характера может находиться у председателя управляющей компании или в плане района в районном отделении по архитектуре.

Благоустройство придомовых территорий индивидуально в каждом субъекте РФ, однако можно выделить ряд проблем в управлении, которые всех их объединяют [5].

В случае, когда участок земли зарегистрирован как придомовая территория МКД по кадастровым документам (ст. 16 Федерального закона № 189), он является имуществом собственников этого дома. Тогда за финансирование мероприятий по благоустройству и содержанию данного участка ответственны собственники жилых площадей [6].

Одним из вариантов для создания комфортной среды является расширение благоустраиваемой территории вплоть до стен домов. Границы и общая площадь дворовой территории определяются кадастровым или техническим паспортом объекта недвижимости. Согласно статье 16 Жилищного кодекса Российской Федерации, эта территория принадлежит всем жильцам дома на долевой основе. Содержанием и уходом за ней занимаются управляющая организация или ТСЖ, а также сами жильцы и фирмы-подрядчики, с которыми был заключен договор на обслуживание [7].

Границы прилегающей территории можно установить путем определения расстояния от здания, сооружения, земельного участка или изгороди до границы прилегающей территории в метрах. Для многоквартирной жилой застройки границы территории определяются в периметре: 25 м от границ земельного участка, если данные о местоположении этого участка внесены в Единый государственный реестр недвижимости; 25 м от многоквартирного дома, если границы не уточнены.

Основные принципы определения границ прилегающих территорий, основания определения границ, а также особенности определения границ

территорий, прилегающих к зданиям, строениям, сооружениям, земельным участкам, установлены законом Волгоградской области от 10.07.2018 № 83-ОД [8]. Для формирования наглядности применяется разработка схематических карт уже имеющих участки, образование или изменение существующих. Они содержат следующие сведения:

- 1) адрес здания, сооружения, земельного участка, в отношении которого устанавливаются границы, с указанием вида благоустройства и его наименования;
- 2) сведения о владельце и иных уполномоченных лицах;
- 3) схематическое изображение территорий и расположенных на них объектах, а также элементов благоустройства.

Следующим вопросом, требующим детальной проработки, является расчет площади участка. Например, может быть произведено некорректно из-за устаревшей нормативно-правовой базы регламентирующие расчеты территорий, которые определяются в соответствии с ЖК от 29.12.2004 № 188. В результате этого могут возникать несоответствия: либо слишком большие площади участков, обслуживание которых возлагается на владельцев многоквартирных домов, либо отсутствие или минимальный размер придомовой территории, что часто приносит выгоду представителям муниципальной власти. Для того чтобы избежать незаконных действий, возникает необходимость корректировки и пересмотра нормативной базы, реформирование механизма управления участками придомовых территорий многоквартирных домов.

Согласно статье 210 ГК решение вопроса о содержании придомовой территории осуществлялось по двум критериям: участок сформирован и поставлен на кадастровый учет. Анализ судебной практики позволил сделать вывод о том, что федеральные правила благоустройства, которые противоречили этой норме, судьи признавали недействительными. Но в 2018 году произошли изменения в ГК, где было введено понятие «прилегающая территория» и закреплено, что правила благоустройства территории муниципального образования могут регулировать непосредственное или финансовое участие собственников зданий в содержании прилегающих территорий. Правила могут устанавливать границы таких территорий в соответствии с предусмотренным региональным законом порядком. Исключение возможно для собственников и владельцев помещений в МКД, земельные участки под которыми не образованы или образованы по границам МКД. По решению собственников может быть оформлен кадастровый паспорт. Для этого проводится публичное слушание, на котором собственники помещений имеют возможность оспорить установление границ земельного участка, если их требования не противоречат действующему законодательству. По итогам слушания проводится межевание территории [9].

Если застройка уже сформирована, проведены мероприятия в рамках проекта «Формирование комфортной городской среды», но правила обслуживания и создания лучших условий для повышения качества и комфорта

внутридворовой среды на территории многоквартирного дома так и не соблюдаются, жильцы вправе принять меры.

Среди проблем реформирования жилищно-коммунального комплекса основной является передача организационных функций управления собственникам жилья, при этом они несут полную ответственность за текущее содержание и ремонт домовладения. Еще одна проблема — разделение функций собственника, управляющего и исполнителя на основе договорных отношений, что позволит создать конкурентную среду в сфере управления и обслуживания жилищного фонда и предпосылки для повышения качества жилищно-коммунальных услуг.

К важным проблемам организации и управления также относится отсутствие четких границ между общегородской и дворовой территорией. Обеспечение комфорта и установления правил зонирования можно осуществить при разграничении частного и общественного пространства двора, с помощью:

- 1) формирования периметра двора;
- 2) обустройства входных групп и проездов во двор;
- 3) организации парковок для жителей и гостей;
- 4) основанию зеленых зон по принципу живой изгороди [10].

Последний вариант великолепно справится со своей функцией и вместе с тем будет выступать в роли декоративной составляющей. Эти меры позволят сократить количество конфликтных ситуаций между управляющими компаниями и городскими властями по вопросам содержания отдельных элементов благоустройства. Взаимодействие таких общественных отношения регулируется нормативными актами всех уровней действующего законодательства.

В рамках данной статьи выполнен анализ нормативно-правовых документов в сфере формирования комфортной городской среды и благоустройства дворовых территорий, выявлены правила содержания придомового участка. Анализируя законодательную базу по благоустройству территории многоквартирной жилой застройки, можно сделать вывод, что, прежде чем взять дом в управление и утвердить размер платы за содержание и ремонт, управляющей организации целесообразно изучить предыдущие протоколы собраний по новому дому и уточнить, принимали ли собственники участие в каких-либо программах по благоустройству. Проведенные исследования определяют зоны ответственности участников исходя из интересов жителей МКД, управляющих организаций и муниципалитетов. Разграничение вопросов содержания земельного участка и придомовой территории МКД как общего имущества собственников и вопросы содержания прилегающей территории МКД возможно, за счет:

- 1) формирования земельного участка, определения его границ в рамках межевания территории и проведении государственного кадастрового учета;
- 2) создания механизма прямого участия граждан в формировании комфортной среды;

3) совершенствования нормативно-правовой базы и порядка регулирования деятельности в сфере жилищной деятельности, внесение поправок в законодательные акты в целях устранения судебных разбирательств по вопросам обслуживания территорий МКД.

Библиографический список

1. Новая программа благоустройства дворов в Волгограде. URL: <https://vpravda.ru/obshchestvo/novaya-programma-blagoustroystva-dvorov-startuet-v-volgograde-137798/> (дата обращения: 14.11.2022).

2. Включение объектов благоустройства в состав общего имущества. URL: <https://burmistr-ru.turbopages.org/burmistr.ru/s/stati/sudebnaya-praktika5130/vklyuchenie-obektov-blagoustroystva-v-sostav-obshchego-imushchestva/> (дата обращения: 14.11.2022).

3. *Цитман Т. О., Поташова М. Д., Петунина С. М.* Благоустройство дворовых территорий в районах жилой застройки // Инженерно-строительный вестник Прикаспия : научно-технический журнал. Астрахань : ГАОУ АО ВО «АГАСУ», 2017. № 2 (20). С. 103—114.

4. Градостроительный кодекс Российской Федерации от 29.12.2004 № 190-ФЗ (ред. от 14.07.2022) (с изм. и доп., вступ. в силу с 01.12.2022).

5. *Кульков А. А., Рогожникова А. А.* Проблемы формирования комфортной и безопасной среды дворового пространства в условиях развития жилищного строительства // Российское предпринимательство. 2017. Т. 18. № 23. С. 3847—3862.

6. Об утверждении Правил содержания общего имущества в многоквартирном доме и правил изменения размера платы за содержание жилого помещения в случае оказания услуг и выполнения работ по управлению, содержанию и ремонту общего имущества в многоквартирном доме ненадлежащего качества и (или) с перерывами, превышающими установленную продолжительность : Постановление Правительства РФ от 13.08.2006 № 491 (ред. от 03.02.2022).

7. Жилищный кодекс Российской Федерации от 29.12.2004 № 188-ФЗ (ред. от 21.11.2022).

8. О порядке определения органами местного самоуправления границ прилегающих территорий : Закон Волгоградской области от 10.07.2018 № 83-ОД.

9. Гражданский кодекс Российской Федерации (часть первая) от 30.11.1994 № 51-ФЗ (ред. от 25.02.2022) (с изм. и доп., вступ. в силу с 01.09.2022).

10. *Габрава В. А., Михайлова Л. А.* Традиции и новаторство в формировании среды дворовых пространств // Молодой ученый. 2022. № 22(417). С. 37—42. URL: <https://moluch.ru/archive/417/92380/> (дата обращения: 14.11.2022).

Е. Н. Карпушко, А. А. Петрова, А. А. Кушнарева, Т. М. Вахания

*Волгоградский государственный технический университет,
Волгоград, Российская Федерация*

ВЛИЯНИЕ РАЗВИТИЯ ТРАНСПОРТНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ НА РЫНОК ЖИЛОЙ НЕДВИЖИМОСТИ В ВОЛГОГРАДЕ

Транспортная доступность является одним из критериев при выборе жилой недвижимости и значительно влияет на ее стоимость. Ценность территории с развитой транспортной инфраструктурой значительно увеличивается по сравнению с теми, где она развита в меньшей степени, что отражается преимущественно на рыночной цене жилой недвижимости на этой территории. Рассматривается влияние развития транспортной инфраструктуры на региональный рынок жилой недвижимости, а также выявление факторов, оказывающих наибольшее влияние на стоимостные показатели. Дано определение транспортной инфраструктуры РФ, выявлены ее особенности, рассмотрены проблемы и перспективы развития. Проанализированы факторы, оказывающие влияние на региональный рынок жилой недвижимости.

Ключевые слова: рынок, жилая недвижимость, транспортная инфраструктура.

На сегодняшний день невозможно представить город без хорошо продуманной транспортной инфраструктуры и разнообразных объектов недвижимости. Высокоразвитые транспортные услуги ускоряют развитие жизнедеятельности города, увеличивают качество жизни населения, что, в свою очередь, стимулирует развитие рынка недвижимости и влияет на рыночную стоимость объектов капитального строительства. Определение рыночной стоимости недвижимости — это сложный и уникальный процесс, так как найти два абсолютно идентичных объекта практически невозможно. Даже если здания построены по одному типовому проекту, но расположены на разных участках, их стоимость может существенно различаться. Актуальность исследования подтверждается и рядом публикаций ученых по данной проблематике, однако этот вопрос до сих пор остается дискуссионным.

Основными показателями определения рыночной стоимости жилой недвижимости являются конъюнктура рынка, социальная, коммерческая, транспортная инфраструктура и перспективы ее развития. Значение отечественного рынка недвижимости, как сектора экономики, подтверждается его высокой долей в валовом национальном продукте. В соответствии с ФЗ-172 в число важнейших документов планирования входит стратегия пространственного развития Российской Федерации [1]. Данную стратегию невозможно представить без двух ключевых факторов: роста рынка недвижимости за счет обеспечения согласованного планирования развития всех видов транспорта, а также транспортной инфраструктуры.

Под транспортной инфраструктурой следует понимать совокупность всех видов транспорта и транспортных структур, деятельность которых направлена на создание благоприятных условий функционирования всех отраслей экономики, т. е. совокупность материально-технических систем транспорта, предназначенных для обеспечения экономической и неэкономической деятельности человека [3]. Ключевым элементом развития транспортной инфраструктуры является транспортная доступность, которая, в свою очередь, определяет возможность различных групп населения пользоваться объектами в целях реализации своих передвижений, возможности граждан прибыть к месту работы, учебы и приобретения товаров, услуг, а также реализации функций жизнедеятельности.

Факторы, влияющие на транспортную доступность, можно разделить на две основные группы:

1) физическая доступность — определяет фактические возможности человека воспользоваться транспортными услугами;

2) экономическая доступность — определяет наличие экономической возможности использования услуг.

Также физическую доступность можно определить следующими условиями:

1. Мобильность (подвижность) — условия, которые дают человеку возможность перемещаться. Мобильность может быть достигнута за счет использования различных видов транспорта или пеших и велосипедных прогулок. Мобильность обеспечивается наличием конструкций, предназначенных для движения пешеходов, городского пассажирского транспорта и автомобилей.

Волгоград — административный центр Волгоградской области, расположен в 1073 км к юго-востоку от Москвы на изгибе нижнего течения Волги и протянулся вдоль волжского берега более чем на 70 км. Это крупнейший транспортный узел Поволжья с развитой инфраструктурой внешнего железнодорожного, автомобильного, морского и воздушного транспорта, а также внутригородских транспортных коммуникаций.

2. Транспортная связность, представляющая собой отношение транспортных и пешеходных направлений к количеству и плотности связей между ними (перекрестков и развязок) в дорожной сети.

3. Землепользование — условие, определяющее географическое распределение различных городских функций по пунктам назначения транспортных и пешеходных перемещений. Рассредоточенное распределение функций и (или) мест повседневного передвижения жителей по городу приводит к увеличению количества перемещений для приобретения товаров и услуг, что ведет к снижению транспортной доступности. Частое вынужденное использование транспортных средств отрицательно сказывается на транспортной доступности.

4. Обеспечение физической транспортной доступности путем создания пешеходной доступности к транспортной инфраструктуре, которая должна учитывать условия безбарьерного доступа.

Понятие «безбарьерная среда» очень часто ассоциируется только с людьми с ограниченными возможностями и, прежде всего, с людьми, страдающими нарушением двигательных функций. Однако доступная среда необходима и пожилым людям, лицам трудоспособного возраста в восстановительный период лечения после травм, заболеваний опорно-двигательного аппарата и центральной нервной системы, беременным женщинам, женщинам с маленькими детьми в коляске и др. (табл. 1).

Таблица 1

Распределение населения Волгограда по способам передвижений

Характер занятости населения		Способы передвижения, %						
		П	ГОТ	ЛА	МТ	СА	СЛА	Т
Работающие	М	8,2	24,7	28,6	19,2	11	6,9	1,4
	Ж	15,9	25,6	11	36,6	4,8	3,7	2,4
Неработающие	М	40	25	10	20	0	0	5
	Ж	22,2	16,7	19,4	33,4	0	0	8,3
Учащиеся и студенты	М	44,4	26,7	8,9	20	0	0	0
	Ж	41,0	30,7	10,3	18	0	0	0

Примечание: П — пешком; ГОТ — городской общественный транспорт; ЛА — личный автомобиль; МТ — маршрутное такси; СА — служебный автобус; СЛА — служебный автомобиль; Т — такси.

Отсюда можно сделать вывод, что основная часть населения в настоящее время носит вынужденный производственно-бытовой характер. Однако с появлением досуга, в том числе за счет совершенствования транспортной инфраструктуры, с повышением уровня культурного, бытового обслуживания, а также доходов населения, можно спрогнозировать изменения структуры мобильности населения, а также его тяготения к центру города.

Главной целью транспортного планирования Волгограда остается стратегия развития всех разновидностей транспорта и путей сообщения для обеспечения всех слоев населения и предприятий города возможностью получения качественных транспортных услуг. Решение поставленной цели развития транспортной инфраструктуры Волгограда определяет возможность укрепления экономических и культурно-туристских связей города и региона. Для достижения поставленной цели за 2022 год было обустроено 180 пешеходных переходов. Вместе с тем прирост пассажиропотока вырос за год на 2 % за счет оптимизации маршрутной сети. Перспектива развития транспортной инфраструктуры до 2025 года включает в себя: реконструкцию федеральных дорог; дорог общегородского и районного значения, строительство пассажирских автостанций в Тракторозаводском, Советском и Красноармейском районах; очистку проезжей части улиц путем строительства многоярусных гаражей и паркингов и др.

Изучая динамику развития рынка жилищной инфраструктуры в Волгограде можно заметить, что рост ввода жилья за последние четыре года составляет 24 %. Перспектива ввода в эксплуатацию всего объема отслеживаемого возводимого жилья до 2026 года составляет 671 тыс. м² и отражена на рис. 1.

**Распределение возводимого жилья по годам
планового ввода в эксплуатацию**

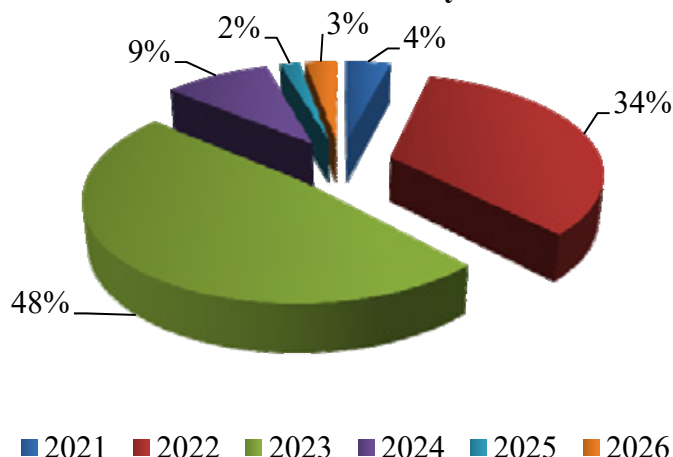


Рис. 1. Распределение возводимого жилья по годам планового ввода в эксплуатацию в % от общего отслеживаемого жилья, возводимого в Волгограде

Инвестиции, как сумма привлеченных средств в жилищное строительство, в Волгоградской области составили 9489 млн руб. Для финансирования покупки жилья использовались ипотечные кредиты. Объем выдачи ипотечных жилищных кредитов на декабрь 2021 года увеличился на 1,3 млрд руб и составил 7,1 млрд рублей по сравнению с 2020 годом.

В третьем квартале 2022 года цены на первичном рынке жилья выросли в среднем на 5,3 %, на вторичном рынке жилья — на 1,2 %. В настоящее время средняя цена одного квадратного метра жилья в многоквартирных домах Волгоградской области на первичном рынке составила 77,7 тыс. руб., на вторичном рынке — 61,2 тыс. руб. В период январь — август 2022 г. построены жилые дома на 5136 квартир общей площадью 492,8 тыс. м², что составило 116,0 % к уровню января — августа 2021 г. В январе — августе 2022 г. из общего объема введенного в действие жилья населением построены жилые дома общей площадью 359,1 тыс. м² (из них 63,3 тыс. м² — на земельных участках, предназначенных для ведения садоводства), что на 46,1 % больше, чем в январе — августе 2021 г.

Положительное и отрицательное влияние на стоимость недвижимости могут оказывать следующие факторы: экономические, социальные, экологические, а также факторы государственного регулирования. Эти факторы можно отнести к трем различным иерархическим уровням.

Первый (региональный) уровень — это уровень влияния факторов общего характера, не связанных с конкретным видом недвижимости и не зависящих от нее прямо, но опосредованно влияющих на процессы, происходящие с недвижимостью на рынке, а следовательно, и на реальное имущество, подлежащее оценке. Этот фактор можно разделить на четыре группы: социальная, экономическая, физическая и политическая.

Второй уровень (локальный) — это уровень влияния локальных факторов, главным образом в масштабах города. Эти факторы напрямую связаны с объектом оценки и анализом объектов-аналогов и сделок с ними. Он включает в себя: местоположение относительно центра города, наличие и состояние коммуникаций, наличие объектов социального назначения, условия продажи и т. д.

Третий уровень (непосредственное окружение) — уровень влияния факторов, связанных с объектом и во многом обусловленных его характеристиками. К нему можно отнести физические и архитектурно-строительные характеристики.

Главными факторами, влияющими на рыночную стоимость жилой недвижимости, остаются оптимальная площадь, а также тип отделки. В сходной мере современный покупатель при выборе квартиры (комнаты, дома) оценивает состав инфраструктуры социальной, коммерческой и транспортной, а также возможность покупки парковочного места.

Удаленность от остановки общественного транспорта является одним из важнейших факторов при оценке объекта недвижимости. В городах расстояние между остановкой и многоквартирным домом определяется СП 42.13330.2011 «Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений». Согласно этому своду правил минимальное расстояние между домом и остановкой составляет:

- для здания до 10 этажей — до 8 м;
- для многоквартирного дома выше 10 этажей — до 10 м;
- для частного дома — не менее 5 м.

Это требование распространяется и на частный сектор в пригороде, сельской местности или малых и средних населенных пунктах. Для того чтобы оценить величину этого фактора, необходимо использовать метод сравнительного анализа. Для реализации данного метода необходимо определить доступность общественного транспорта и время, затраченное на передвижение в пункт назначения, а также оценить местоположение объекта и уровень активности улицы, на которой располагается остановка общественного транспорта.

В ходе анализа близости остановки общественного транспорта к объекту жилой недвижимости можно выделить несколько групп:

- до 5 минут пешком;
- 5...10 минут пешком;
- 10...15 минут пешком;
- 15...30 минут пешком;
- 30...60 минут пешком;
- от 60 до 90 минут (до 15 минут транспортом).

Матрица коэффициентов приведена в табл. 2.

При расположении объекта оценки в трех минутах от остановки общественного транспорта, а объект сравнения в семи минутах, в этом случае

корректирующий коэффициент составит +4 %. Транспортная доступность в данном примере определяется не только близостью к остановке общественного транспорта, но и количеством маршрутов общественного транспорта и временем, которое требуется, чтобы добраться до центра города. Каждый новый маршрут приводит к удорожанию недвижимости в среднем на 0,8...1 % от стоимости квартиры. Большое количество маршрутов действительно является преимуществом, так как обеспечивает более быструю доступность к месту назначения. Увеличение времени, необходимого для того, чтобы добраться до центра города, негативно влияет на стоимость жилья. Этот результат кажется очевидным, ведь именно в центре города находится самое дорогое жилье.

Таблица 2

Корректирующие коэффициенты на расстояние от остановки

Данные для корректировки цен квартир						
Расстояние до остановки, мин/пешком		Аналог				
		до 5	5...10	10...15	15...30	30...60
Объект оценки	до 5	1,00	1,04	1,08	1,14	1,21
	5...10	0,97	1,00	1,05	1,10	1,17
	10...15	0,92	0,95	1,00	1,05	1,12
	15...30	0,88	0,91	0,95	1,00	1,06
	30...60	0,83	0,85	0,89	0,94	1,00

Также элементом сравнения может являться наличие парковки у дома. Этот фактор определяет возможность хранения личного автотранспорта рядом с домом. Назначение и вместимость (количество мест) общественных автостоянок определяются в соответствии с градостроительными нормами. Достаточность парковочных мест — это обеспеченность собственников парковочным местом (местами) в соответствии с потребностями.

При оценке жилой недвижимости рассматривают следующие варианты:

- парковочных мест недостаточно;
- парковка организованная;
- стихийная парковка.

Матрица коэффициентов приведена в табл. 3.

Таблица 3

Корректирующие коэффициенты на наличие парковки и степень ее организованности

Объекты жилой недвижимости		Аналог		
		Парковочных мест недостаточно	Стихийная парковка	Организованная парковка
Объект оценки	Парковочных мест недостаточно	1,00	0,95	0,90
	Стихийная парковка	1,05	1,00	0,94
	Организованная парковка	1,12	1,06	1,00

Предположим, что наш объект оценки имеет организованную парковку, а объект-аналог — стихийную. В этом случае стоимость оцениваемого объекта будет выше на +6 %. Покупатель, который является владельцем личного автотранспорта, заинтересован в покупке (аренде) парковочного места. Именно поэтому он будет рассматривать недвижимость, для которой предусмотрена парковка. Ниже приведены результаты опроса потенциальных покупателей, которые задумываются о покупке жилой недвижимости и парковочного места (рис. 2).

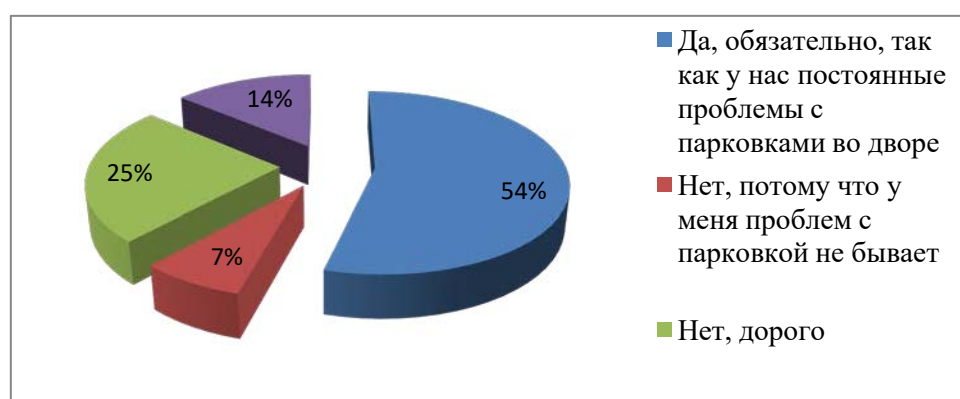


Рис. 2. Результаты опроса потенциальных покупателей, которые задумываются о покупке жилой недвижимости и парковочного места в Волгограде

В таблицах 4, 5 представлен расчет рыночной стоимости объекта оценки сравнительным методом с учетом корректирующих коэффициентов.

Таблица 4

Расчет средней рыночной стоимости с учетом корректирующих коэффициентов за III квартал 2022 года (первичный рынок)

	Ед. измерения	Объект оценки	Объект-аналог 1	Объект-аналог 2
Общая площадь	м ²	1	1	1
Цена за 1 м ² общей площади	тыс. руб/м ²		77 700	77 700
Расстояние от остановки	мин/пешком	5...10	до 5	10...15
Корректировка	%	1	+3	-5
Скорректированная цена	тыс. руб		80 031	73 815
Наличие парковки и степень ее организованности		Стихийная парковка	Парковочных мест недостаточно	Организованная парковка
Корректировка	%	1	-5	+6
Скорректированная цена	тыс. руб		76 029	78 244
Стоимость объекта оценки	тыс. руб	77 136		

Таблица 5

Расчет средней рыночной стоимости с учетом корректирующих коэффициентов за III квартал 2022 года (вторичный рынок)

	Ед. измерения	Объект оценки	Объект-аналог 1	Объект-аналог 2
Общая площадь	м ²	1	1	1
Цена за 1 м ² общей площади	тыс.руб/м ²		61 200	61 200
Расстояние от остановки	мин/пешком	5...10	до 5	10...15
Корректировка	%	1	+3	-5
Скорректированная цена	тыс. руб		63 036	58 140
Наличие парковки и степень ее организованности		Стихийная парковка	Парковочных мест недостаточно	Организованная парковка
Корректировка	%	1	-5	+6
Скорректированная цена	тыс. руб		59 885	61 629
Стоимость объекта оценки	тыс. руб	60 757		

В результате мы видим существенное изменение стоимости одного квадратного метра после применения корректировок транспортной доступности. Новые жилые комплексы, расположенные в отдаленных районах и не имеющие хорошо развитую транспортную и социальную инфраструктуру, стоят дешевле, чем дома, расположенные в центральных районах.

Таким образом, мы делаем вывод о том, что современное жилищное строительство должно начинаться с комфортных условий для жизни, эргономики пространства, обустройства такой среды обитания, где будет все необходимое для всех возрастов, что будет способствовать увеличению ценности территории с развитой инфраструктурой. Главными факторами, влияющими на рыночную стоимость жилой недвижимости, остаются оптимальная площадь, а также тип отделки. В сходной мере современный покупатель при выборе квартиры (комнаты, дома) оценивает состав инфраструктуры социальной, коммерческой и транспортной, а также возможность покупки парковочного места. Результаты исследования позволили также сделать вывод о том, что существенное изменение стоимости одного квадратного метра происходит и после применения корректировок транспортной доступности.

Библиографический список

1. О стратегическом планировании в Российской Федерации : Федеральный закон от 28.06.2014 № 172-ФЗ (последняя редакция). URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_164841/ (дата обращения: 10.10.2022).
2. Назин К. Н., Кокурин Д. И. Экономика России. Инфраструктура : учебник для бакалавриата и магистратуры. М. : Юрайт, 2019. 277 с.
3. Солодкий А. И., Горев А. Э., Бондарева Э. Д. Транспортная инфраструктура : учебник и практикум для СПО / под ред. А. И. Солодкого. М. : Юрайт, 2018. 290 с.

4. *Черкасов М., Сихимбаев М.* Принципы, подходы и риски в определении оценки объектов недвижимости // *Экономико-правовые перспективы развития общества, государства и потребительской кооперации : сборник научных статей III Международной научно-практической интернет-конференции, Гомель, 31 марта 2021 года.* Гомель : Белорусский торгово-экономический университет потребительской кооперации, 2021. С. 228—231.

5. *Каминский А. В., Страхов Ю. И., Трейгер Е. М.* Анализ практики оценки недвижимости. М. : МАОК, 2018. 238 с.

6. *Зиятдинов Т. З.* Развитие транспортных систем ядер крупных городских агломераций России в XXI веке // *Инженерно-строительный вестник Прикаспия : научно-технический журнал.* Астрахань : ГАОУ АО ВО «АГАСУ», 2021. № 3(37). С. 25—30.

7. *Васильева А. А.* Концепции проектирования парковок в условиях сложившейся исторической застройки на примере района Косы г. Астрахани // *Инженерно-строительный вестник Прикаспия : научно-технический журнал.* Астрахань : ГАОУ АО ВО «АГАСУ», 2022. № 2(40). С. 61—66.

Д. Н. Кравченко, С. В. Марченко, С. А. Чебанова

*Волгоградский государственный технический университет,
Волгоград, Российская Федерация*

ПЕРСПЕКТИВЫ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

В настоящее время для строительства зданий и сооружений активно используются системы автоматизированного проектирования. Данные системы представляют собой организационно-техническую систему, состоящую из персонала и комплекса технических, программных и других средств автоматизации деятельности проектирования. Иностранные программы такие, как AutoCAD и REVIT, являются наиболее используемыми в мире. Однако на данный момент многие российские строительные компании ищут себе отечественные программы обеспечения. Причиной этого является решение зарубежных компаний уйти с российского рынка, что делает их использование делом сложным и небезопасным. SAP, Oracle, Microsoft, Autodesk, Poster и многие другие поставщики уже сообщили о своем уходе. В статье рассмотрено перспективное программное обеспечение, которое полностью заменит зарубежное.

Ключевые слова: системы автоматизированного проектирования, строительство зданий и сооружений, проектирование строительства зданий и сооружений.

Система автоматизированного проектирования имеет множество преимуществ по сравнению с традиционным методом — ручными чертежами, которые сделали его незаменимым на рынке.

Одним из решающих достоинств автоматизированного проектирования является время, которое необходимо для вывода продукта на рынок. Сэкономленное время напрямую увеличивает продуктивность. Такое количество времени может привести к большему количеству завершенных проектов.

Также создание 3D-модели может упростить понимание сложных чертежей. Это невозможно сделать на физических эскизах, поскольку для получения общего представления потребуется как минимум три эскиза (план, вертикальная проекция и вид сбоку). Другие виды, такие как изометрические или сечения, также могут быть показаны на картинке. Это широко известный факт, что «в данный момент все проекты формируются с помощью BIM-моделирования, в частности, с помощью таких программ, как 3D-Max, AutoCAD, REVIT и многих других [4].

Стоит отметить немаловажный факт, что правильность составления организационно-технологической документации (ОТД) важна на этапе подготовки к строительству. ОТД состоит из проекта организации строительства (ПОС) и проекта производства работ (ППР). ПОС относится к документации, которая необходима для планового ввода в эксплуатацию нового или реконструкции уже построенного объекта. Разработка ПОС используется для обеспечения безупречного качества всех выполняемых работ.

«ППР представляет собой документ, который регламентирует правила ведения строительных работ и сроки их выполнения для конкретного сооружения, порядок инженерного оборудования и обустройства строительной площадки, мероприятия по охране труда и технике безопасности, а также другие меры» [3].

Программное обеспечение (например, «Стройплощадка») помогает ускорить подготовку графической и текстовой проектной документации в рамках разделов ПОС и ППР. В таком ПО «на основании введенных проектных и расчетных данных формируются табличные отчеты: календарный план производства работ (рис. 1), ведомость объемов работ (рис. 2), календарные графики потребности в технике и персонале».

При помощи ПО возможна разработка ППР на выполнение технически сложных строительных и монтажных работ, производимых грузоподъемным, сваебойным и другим оборудованием, а также работ подготовительного периода. Также ППР создается исходя из рабочей документации на возведение всего объекта или его отдельных частей в зависимости от сроков и объемов строительства. Благодаря постоянно пополняемой базе техники возможно охватить разработку ПОС и ППР в самых разных отраслях строительства, включая линейное, высотное, реконструкцию и т. д.

Так же как ПОС и ППР, технологическая карта (ТК) является основным организационно-технологическим документом при строительстве (рис. 3). ТК — организационно-технологический документ, который разрабатывается для выполнения технологического процесса (процессов) и определяет последовательность операций, требования к качеству и приемке работ, трудоемкость, ресурсы и мероприятия по охране труда, средства механизации.

№ п/п	Наименование работ	Продолжительность	Объем работ		График работ по дням									
			Единиц	Количество	16.11.20	17.11.20	18.11.20	19.11.20	20.11.20	21.11.20	22.11.20	23.11.20		
1	Генеральный план строительной площадки	10												
1.1	Стройплощадка по N (база №1)	8												
1.1.1	Спиливание на территории площадки деревьев	1	шт	200.00										
1.1.2	Погрузка спиленных деревьев в автотранспорт	1	м3	28.30										
1.1.3	Планировка поверхности стройплощадок	1	м2	27606.00										
1.1.4	Погрузка щебня экскаватором в автосамосвалы	1	м3	722.00										
1.1.5	Перевозка щебня автосамосвалами	1	м3	722.00										
1.1.6	Отсыпка щебеночного покрытия временных	1	м3	217.00										
1.1.7	Отсыпка щебеночного покрытия временных	1	м3	265.00										
1.1.8	Отсыпка щебеночного покрытия складов	1	м3	240.00										

Рис. 1. Календарный план производства работ

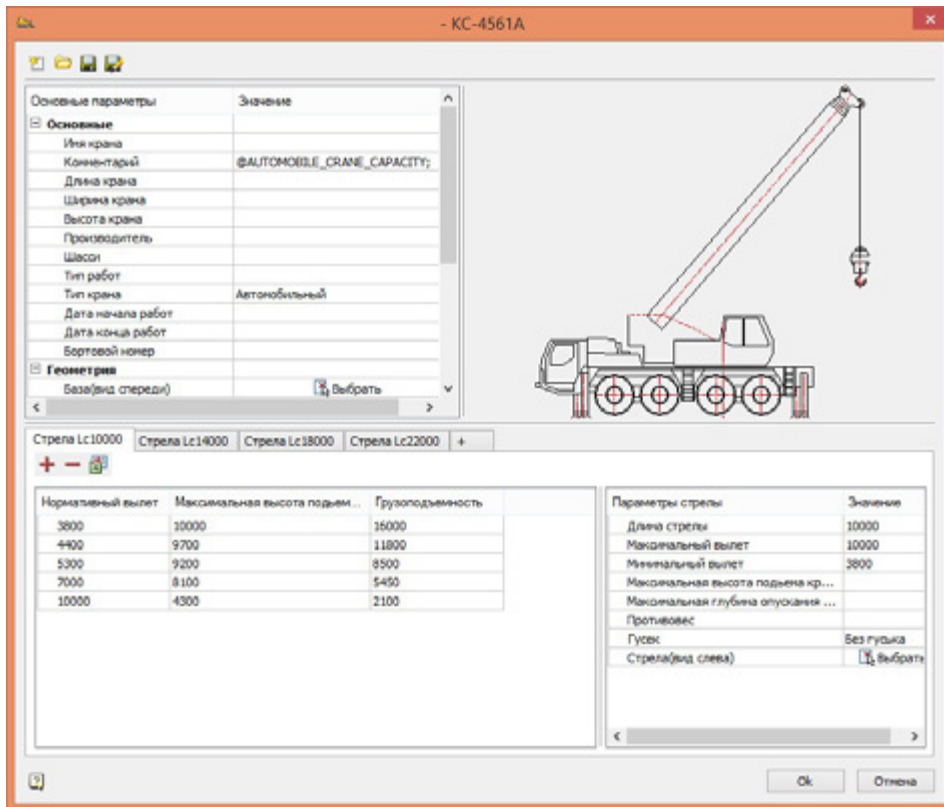


Рис. 2. Ведомость объемов работ

Наиболее рациональные и прогрессивные методы по технологии строительного производства с использованием современных средств механизации, инструментов, приспособлений включают в технологическую карту (см. рис. 3). Такой подход способствует уменьшению сроков строительства, росту качества работ, уменьшению их себестоимости.

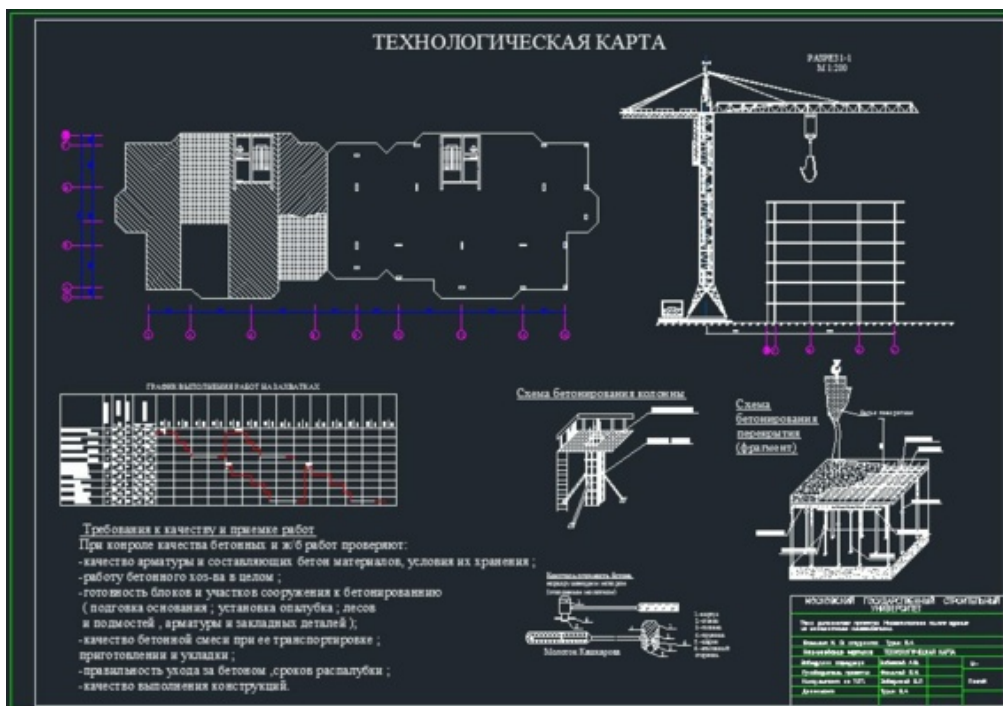


Рис. 3. Технологическая карта

Исходя из выше сказанного, можно сделать вывод, что невозможность использования технологий и ПО проектирования в строительстве повлечет за собой уменьшение производительности и ряд других серьезных проблем. По этой причине необходимо переходить на российское ПО.

Необходимо подчеркнуть, «...что программы по импортозамещению субсидировались правительством ежегодно, начиная с 2014 года. Количество этих программ расширялось, их финансирование увеличивалось» [1]. Поэтому в этом направлении у России есть все шансы не только идти в ногу со всем миром, но и получить определенные конкурентные преимущества, использовать опыт других стран и при этом избежать ошибок при внедрении BIM-технологий. Взятый нашей страной курс на импортозамещение в области программного обеспечения сделал исключительно важной задачу внедрения конкурентоспособных российских продуктов. Далее рассмотрим яркие пример российского ПО.

Российский разработчик «Нанософт разработка» предлагает платформу nanoCAD (рис. 4). Это российская платформа для проектирования и моделирования объектов различной сложности. Поддержка форматов *.dwg и IFC делает ее отличным решением для совмещения САПР- и BIM-технологий. «Эта система способна заменить западный аналог AutoCAD (в первую очередь) и другие тоже. Замену можно осуществить на конкретном предприятии в течение одной недели совершенно безболезненно. Эта система адаптирована к нашему рынку и ни в коей мере не уступает западному аналогу, в данном случае — американской системе» [1].

К основным преимуществам данной платформы можно отнести следующие аспекты:

- российская разработка;
- независимость от курса валют;
- совместимость с другими САПР;
- профессиональная техподдержка.

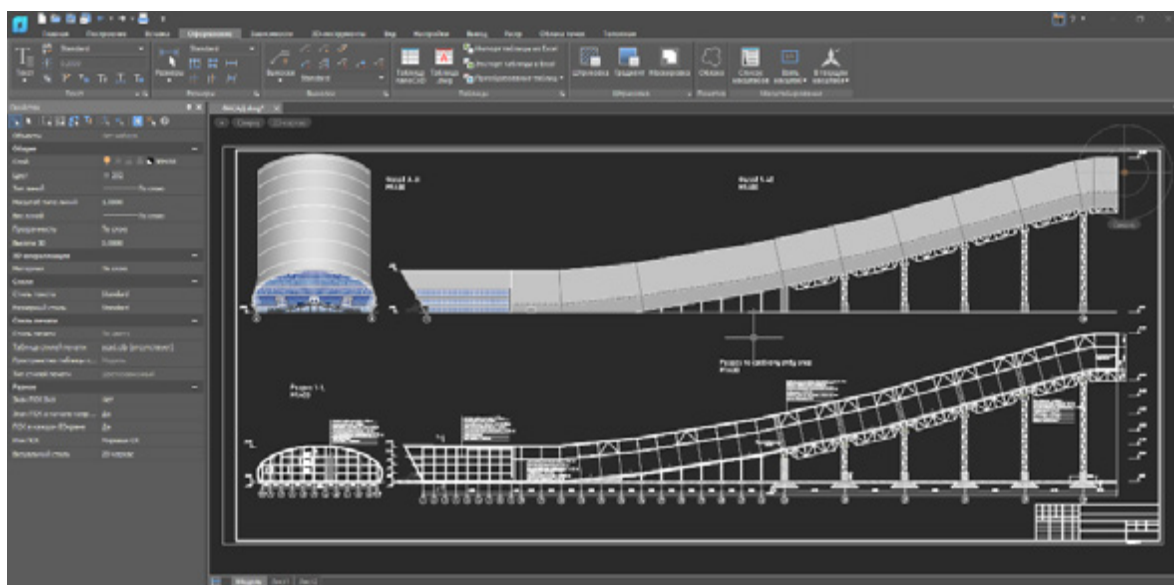


Рис. 4. Пример работы в программе nanoCAD

КОМПАС-3D — это система трехмерного проектирования от российской компании «АСКОН», ставшая стандартом для тысяч предприятий благодаря удачному сочетанию простоты освоения и легкости работы с мощными функциональными возможностями твердотельного, поверхностного и прямого моделирования (рис. 5). «Например, в новой версии реализована актуальная для многих инженеров поддержка многомониторной работы — одновременно можно работать со сборкой и спецификацией, деталью и чертежом» [2]. Также к достоинствам можно отнести следующие возможности:

- изменять и модифицировать проект в кратчайшие сроки;
- сокращать время подготовки изделия к изготовлению, используя КОМПАС-3D в связке с САМ-системами;
- быстро готовить документацию на изделие;
- используя 3D-модели, создавать маркетинговые материалы.

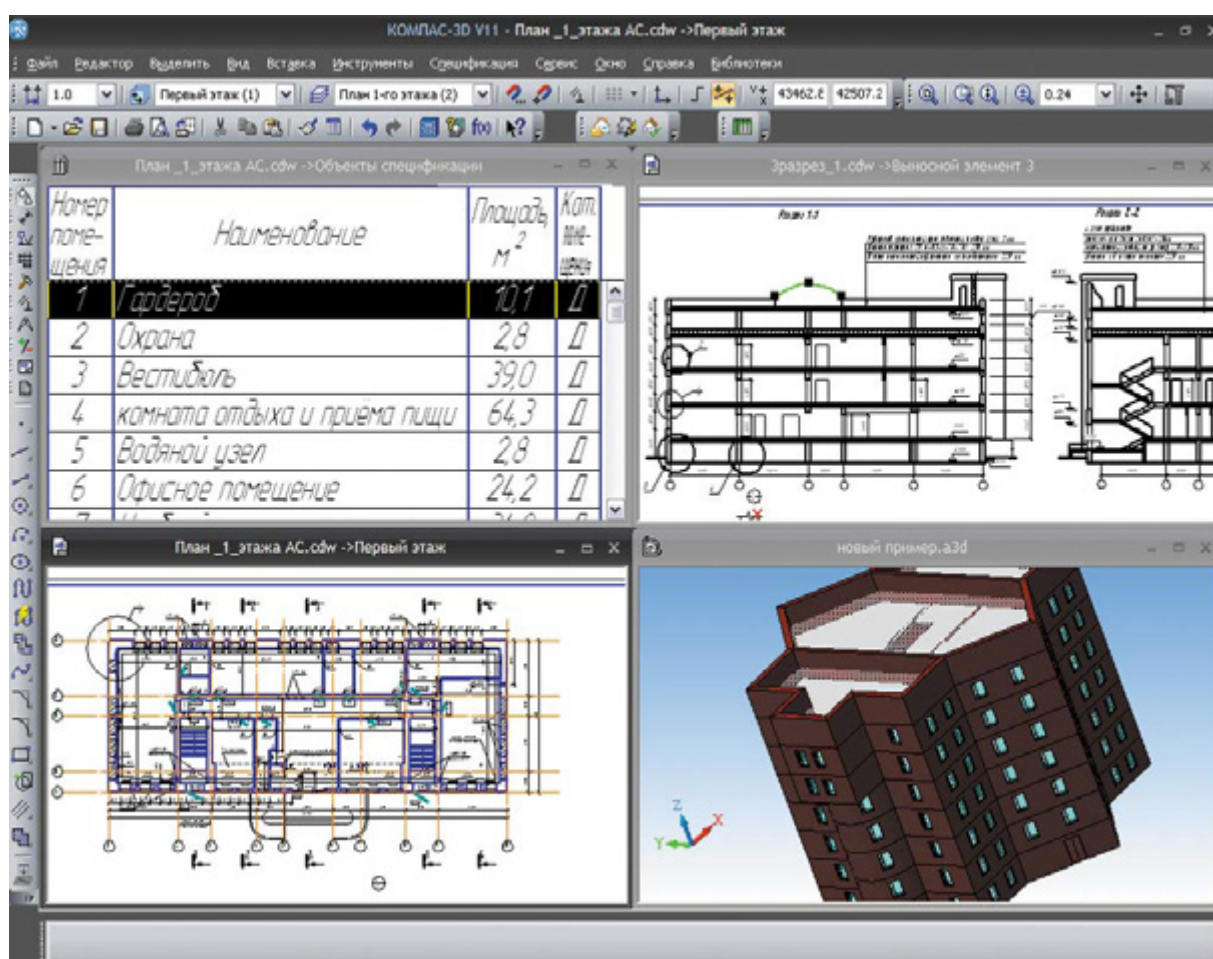


Рис. 5. Пример работы в программе «КОМПАС-3D»

Renga — российская BIM-система для комплексного проектирования с необходимой функциональностью, интуитивно понятным интерфейсом и доступной стоимостью (рис. 6). Вся документация, создаваемая в программе, соответствует используемой в России нормативно-технической документации. Созданная информационная модель объекта строительства используется на всем его жизненном цикле.

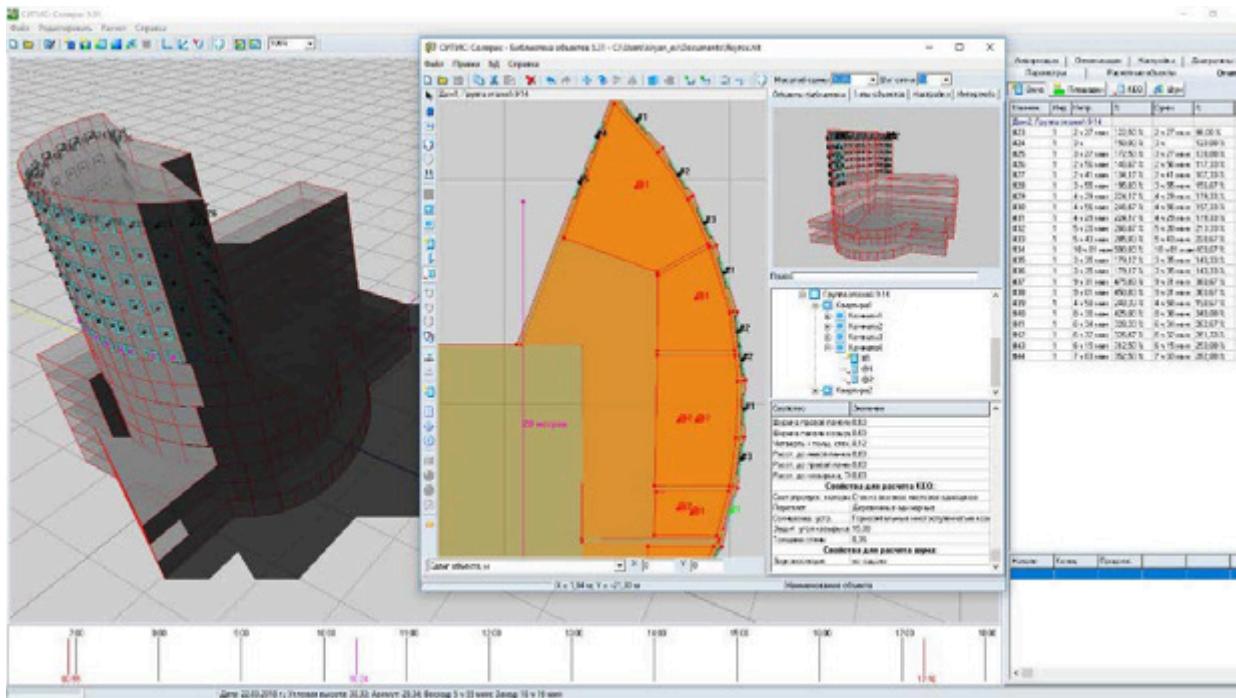


Рис. 6. Пример работы в программе Renga

Рассмотрим преимущества данного ПО:

- комплексность — как и в случае Revit, есть заявка на множество дисциплин (архитектура, конструкции и много инженерных разделов);
- надежная база по геометрии, моделирование в 3D, собственное геометрическое ядро C3D крутит большие твердотельные модели;
- автоматизация;
- созданная в Renga информационная модель объекта строительства может использоваться на других этапах его жизненного цикла в строительных решениях построенных на платформе 1С (сметы, календарное и инвестиционное планирование, управление недвижимостью, комплексная автоматизация строительных холдингов);
- программа настроена под выпуск проектной документации по СПДС и ISO;
- импорт и экспорт в обменный формат IFC, а также в DWG позволяет применять Renga в сочетании с другими САПР и BIM-решениями.

Заключение

В результате рассмотрения отечественного ПО можно сделать вывод, что наши компании могут на данный момент предоставлять программы для замены иностранных. Однако сейчас нельзя с полной уверенностью утверждать, что данные программы могут быть конкурентоспособными зарубежным. «Безусловно, есть отдельные узкоспециализированные ниши, требующие выполнения определенных задач, которые не получится моментально решить. Например, есть определенные проблемы с системами, выполняющими инженерные расчеты». Таким образом, нужно предпринять ряд действий по обновлению программ до необходимого уровня.

Библиографический список

1. *Владимирова Е.* Наше «прощай» заморским вендорам // CADmaster. 2022. № 1(98). URL: https://www.cadmaster.ru/magazin/articles/cm_98_27.html.
2. КОМПАС-3D v17. Зарядись обновлением! // CADmaster. 30 мая 2017 г. URL: https://www.cadmaster.ru/press/news/news_20170530.html.
3. *Гладких М., Иванов Д.* Стройплощадка 1.0 — новое видение ПОС и ППР // CADmaster. 2010. № 1(51). URL: https://www.cadmaster.ru/magazin/articles/cm_51_20.html.
4. *Поляков В. Г., Чебанова С. А., Могильный Д. В.* Внедрение VR-решений на стадии разработки проектной документации как решение проблем, возникающих при застройке в стесненных условиях // Инженерный вестник Дона. 2020. № 4. С. 7. URL: <http://www.ivdon.ru/ru/magazine/archive/N4y2020/6425>.

Г. И. Левшин, Е. А. Полякова, Т. В. Астахова, Е. В. Гурова

*Волгоградский государственный технический университет,
Волгоград, Российская Федерация*

ОБОСНОВАНИЕ РАЦИОНАЛЬНОГО ВЫБОРА ТИПА ФУНДАМЕНТОВ ПРИ РЕКОНСТРУКЦИИ ОБЪЕКТА

Рассмотрены особенности назначения конструктивного решения фундаментов пристраиваемых объемов реконструируемого здания. Критерием подбора наиболее рационального варианта фундаментных конструкций принята величина дополнительной осадки существующего здания от влияния вновь возводимого объема. Проведен анализ влияния конструктивного решения новых фундаментных конструкций на дополнительную осадку фундаментов существующего здания в соответствии с требованиями действующих нормативных документов.

Ключевые слова: реконструкция, напряженно-деформированное состояние, дополнительная осадка, фундаментные конструкции.

Особенность реконструкции зданий гражданского назначения с изменением функционального назначения зачастую заключается в изменении строительного объема здания за счет пристройки дополнительных объемов с целью размещения необходимых структурных элементов. Задача определения затрат на усиление конструкций существующего здания решается, в том числе, на основании оценки изменения напряженно-деформированного состояния несущих конструкций существующего здания от пристраиваемых объемов [1—4]. В особенности это касается как установления необходимости усиления фундаментов (оснований) существующего здания, так и выбора рационального конструктивного решения фундаментов пристраиваемых объемов.

Объектом исследования является здание пристройки к существующему зданию, подлежащему реконструкции со сменой функционального назначения. Существующий объект — нежилое двухэтажное здание без подвала, построено и введено в эксплуатацию в 1965 г. как здание детского сада (комбината). С начала 2000-х гг. здание выведено из эксплуатации и в соответствии со своим функциональным назначением не используется. Нежилое здание запроектировано по бескаркасной схеме с продольными несущими стенами толщиной 380 мм из полнотелого одинарного силикатного кирпича на цементно-песчаном растворе. Фундаменты под стены здания — мелкозаложенные, ленточные, на естественном основании из блоков типа ФБС.

Проектом реконструкции предусмотрена смена функционального назначения объекта и перепрофилирование его в здание детской поликлиники. Для размещения необходимых помещений в соответствии с новым функциональным назначением объекта необходимо увеличение его площади. Увеличение площади объекта исследования достигается за счет пристройки к существующему зданию дополнительных объемов.

В рамках реконструкции предусматривается возведение пристройки к основному зданию. Здание пристройки — административное трехэтажное точечное здание без подвала, планировочно объединенное с основным (существующим) зданием поликлиники. В конструктивном отношении пристройка представляет собой пространственную систему, представленную вертикальными и горизонтальными несущими конструкциями с жестким соединением в узлах. Здание пристройки запроектировано из монолитного железобетона, конструктивная схема (по типу вертикальных несущих конструкций) — колонная.

Целью работы является выбор наиболее рационального варианта конструктивного решения фундаментов новой пристройки, возводимой вплотную к реконструируемому зданию. В настоящей работе оценочным критерием принята величина дополнительной осадки фундаментов существующего здания. На основании результатов оценки соответствия дополнительной осадки здания требованиям нормативных документов принимается решение о назначении конструктивного решения фундаментов здания пристройки.

Основанием фундаментов служит песчано-алевритовая порода, распространенная на глубину 20 м от отметки подошвы фундамента. Расчетные характеристики грунтов основания: $\rho_{II} = 1,74 \text{ г/см}^3$, $\varphi_{II} = 27^\circ$; $C_{II} = 25 \text{ кПа}$; $E = 17,3 \text{ МПа}$. Положение уровня грунтовых вод — на отметке 10 м ниже дневной поверхности (отметка заложения фундамента — минус 1,2 м от дневной поверхности).

Для существующего здания проведена оценка технического состояния объекта, установлены категории работоспособности строительных конструкций и объекта в целом. Категория технического состояния существующего здания — ограниченно-работоспособное.

В рамках настоящей работы проведен выбор конструктивного решения фундаментных конструкций пристройки без усиления фундаментов существующего здания с точки зрения непревышения дополнительной осадкой основания существующих фундаментов значений, установленных требованиями действующих нормативных документов. Расчет оснований существующих зданий или сооружений по II группе предельных состояний должен выполняться во всех случаях, если они находятся в зоне влияния нового строительства [3].

Исходя из конструктивной схемы пристройки (колонная) в качестве вариантов фундаментных конструкций мелкого заложения на естественном основании рассмотрены столбчатые (отдельностоящие) фундаменты и монолитная фундаментная плита сплошного сечения постоянной толщины.

В процессе исследования были выполнены следующие расчеты пространственной системы «здание — основание» для оценки величины дополнительной осадки существующего здания:

1) расчет существующего здания с учетом его действительного технического состояния на нагрузки и воздействия, отвечающие новому функциональному назначению;

2) расчет вновь возводимой пристройки на отдельно стоящих фундаментах с целью определения величины осадки основания пристройки;

3) расчет вновь возводимой пристройки на фундаментной плите с целью определения величины осадки основания пристройки;

4) оценка величины дополнительной осадки существующего здания от влияния пристраиваемого объема для двух вариантов конструктивного решения фундаментов.

Допустимое значение величины предельной осадки основания существующего здания определяется в соответствии с требованиями [3] с учетом действительного технического состояния существующего здания, установленного при проведении обследования. Детальная процедура расчета дополнительной осадки существующего здания, в зависимости от типа конструктивного решения его фундаментов и особенностей вновь возводимого объекта, в положениях [3] не изложена. В настоящей работе расчет взаимного влияния объектов с учетом конструктивных решений фундаментов проведен в соответствии с [4].

Предельные значения дополнительных деформаций основания $s_{ad,u}$, вызванных соседним строительством, назначаются на основе расчетов совместной работы конструкций здания или сооружения и основания и определения допустимых величин внутренних усилий в конструкциях, вызванных дополнительными деформациями основания в процессе нового строительства, а также с учетом степени износа конструкций, конструктивных и эксплуатационных требований, величин уже произошедших деформаций. Величина допускаемой дополнительной осадки основания для существующего здания с ограниченно-работоспособной категорией технического состояния, принятая по [3], составляет 3 см.

При проектировании нового строительства вблизи застройки прогнозируемые величины дополнительных деформаций существующих зданий и сооружений s_{ad} от всех факторов влияния нормативными документами в рассматриваемой области рекомендуется определять комплексно на основе математического моделирования методом конечных элементов с использованием нелинейных моделей грунтов.

Расчет деформаций оснований и фундаментов существующих зданий при увеличении вертикальных напряжений в основании за счет нового строительства производится методами послойного суммирования или линейно-деформируемого слоя с использованием метода угловых точек [3].

В соответствии с последовательностью расчета, изложенной в [4], установлены коэффициенты жесткости основания существующего ленточного фундамента в зоне влияния на него фундамента вновь возводимого здания.

На следующем этапе определена суммарная жесткость основания существующего ленточного фундамента; установлены значения осадок и кренов с учетом влияния соседнего фундамента и разности осадок и кренов, которые и являются дополнительными перемещениями, вызванными влиянием новых фундаментов. По результатам расчета установлено, что при реализации

варианта конструктивного решения фундаментов пристройки в виде отдельно стоящих фундаментов величина дополнительной осадки ленточных фундаментов существующего здания превышает допустимое значение. Вариант конструктивного решения фундаментов пристройки в виде сплошной фундаментной плиты позволяет реализовать возведение пристройки, исходя из условия непревышения дополнительной осадкой ленточных фундаментов существующего здания предельной величины.

По результатам работы сделан вывод о целесообразности принятия варианта конструктивного решения фундаментов пристройки в виде сплошной фундаментной плиты постоянного сечения толщиной 500 мм на естественном основании как наиболее рационального из условия непревышения предельных значений дополнительной осадки существующего здания.

Библиографический список

1. Купчикова Н. В., Таркин А. С., Купчиков Е. Е. Концепция управления экспертизой геоподосновы, оснований и фундаментов на всех стадиях жизненного цикла // Инженерно-строительный вестник Прикаспия : научно-технический журнал. Астрахань : ГАОУ АО ВО «АГАСУ», 2022. № 1(39). С. 101—104.
2. Купчикова Н. В. Экспертиза геоподосновы, оснований и фундаментов мелкого заложения: региональные особенности учета и оценки деформаций при эксплуатации // Инженерно-строительный вестник Прикаспия : научно-технический журнал. Астрахань : ГАОУ АО ВО «АГАСУ», 2019. № 4(30). С. 85—89.
3. Основания зданий и сооружений : СП 22.13330.2016. URL: <https://docs.cntd.ru/document/456054206>.
4. Рекомендации по расчету осадок, кренов и усилий в фундаментах существующих промышленных зданий от влияния вновь пристраиваемых зданий и сооружений / Харьковский ПромстройНИИпроект. М. : Стройиздат, 1987. 104 с.

А. С. Машакарян, А. А. Петрова, А. А. Кушнарева, Е. Н. Карпушко

*Волгоградский государственный технический университет,
Волгоград, Российская Федерация*

АНАЛИЗ ОСОБЕННОСТЕЙ УСТАНОВЛЕНИЯ ОБЪЕКТИВНОЙ СТОИМОСТИ ОБЪЕКТА НЕДВИЖИМОСТИ СРАВНИТЕЛЬНЫМ ПОДХОДОМ

Сравнительный подход является одним из самых распространенных подходов к оценке недвижимости. На основе информации о ранее совершенных сделках и применяя корректировки стоимости к аналогичным объекту оценки объектам, определяется стоимость объекта недвижимости. Проведен анализ применимости сравнительного подхода с точки зрения определения объективной стоимости объекта недвижимости.

Ключевые слова: недвижимость, сравнительный подход, корректировка стоимости объектов недвижимости, объекты-аналоги, объективная стоимость.

Сравнительный подход является одним из самых распространенных подходов к оценке недвижимости. С помощью данного подхода, на основе информации о ранее совершенных сделках и применяя корректировки стоимости к аналогичным объекту оценки объектам, определяется стоимость объекта недвижимости. В статье рассмотрен и проанализирован данный подход с точки зрения определения объективной стоимости объекта недвижимости.

Сравнительный подход в оценке недвижимости — это совокупность методов оценки стоимости объекта недвижимости, основанных на сравнении объекта оценки с аналогичными объектами недвижимости, в отношении которых имеется информация о ценах сделок с ними, путем применения корректировок стоимости к аналогичным объектам.

Применение данного метода базируется на информации о недавно совершившихся сделках с объектами, аналогичными оцениваемому. Схожесть объектов-аналогов и объекта оценки принимается по основным территориальным, техническим, экономическим и другим факторам.

Главным условием применения сравнительного подхода к оценке объектов является развитый рынок недвижимости. Несмотря на популярность применения данного подхода к стоимостной оценке недвижимости среди специалистов-оценщиков, он обладает рядом существенных недостатков.

При поиске объектов-аналогов используют открытые коммерческие источники информации, такие как «Авито», «Домклик», «Циан», «Юла» и др. Проверка достоверности информации по объектам-аналогам на данных порталах занимает большое количество времени, а стоимость объекта зависит только от ожидания продавца. Достоверность полученной информации о стоимости совершенных сделок с объектами-аналогами нередко вызывает сомнения, поскольку продавцы не склонны раскрывать подобную информацию. Следовательно, установить чистоту сделки не представляется возможным,

так как продажи индивидуальных продавцов имеют личную цель и мотивацию, что часто влияет на стоимость сделки.

Негативное влияние на оценочную деятельность оказывает тенденция и процентное соотношение фиктивных объявлений о продаже или сдаче в аренду объектов недвижимости, необходимых для поднятия спроса, рекламы или увеличения средней рыночной стоимости объектов недвижимости.

При определении стоимости объекта недвижимости, к аналогичным объектам применяют корректировки стоимости, основанные на субъективном мнении специалистов рынка недвижимости.

Количество параметров сравнения объекта оценки и объектов-аналогов велико, в результате чего специалист по работе с недвижимостью ограничивается только теми факторами, которые влияют на стоимость объекта наиболее существенным образом.

Необходимо также учитывать тот факт, что поправки могут быть абсолютными и относительными, т. е. стоимостными и процентными. Если влияние стоимостных поправок вполне допустимо учитывать последовательно, корректируя цену сделки с объектом-аналогом, то к процентным поправкам это недопустимо.

В случае подверженности рынка недвижимости частым изменениям, получение достоверной оценки стоимости недвижимости сравнительным методом становится невозможным.

Результаты анализа позволили сделать вывод о том, что при использовании сравнительного подхода оценки недвижимости невозможно определить действительную объективную стоимость объекта недвижимости, по причине того, что стоимость объектов-аналогов и вводимые корректировки стоимости исходят из субъективного мнения, не подкрепленного никакими действующими нормативно-правовыми документами. Оценка стоимости недвижимости сравнительным методом не всегда является объективной, а как следствие, отчеты об установлении стоимости объектов недвижимости не могут использоваться в качестве обоснования ее стоимости.

Библиографический список

1. *Виноградов Д. В.* Экономика недвижимости : учебное пособие. Владимир, 2007. 136 с.
2. *Тарасевич Е. И.* Оценка недвижимости. СПб. : СПбГТУ, 1997. 442 с.
3. *Жеребцова Ю. А.* Сравнительный подход в оценке недвижимости // NovaInfo.Ru. 2017. Т. 1. № 60. С. 476—481.
4. *Каранетян М. О., Бочарова О. Ф.* Сравнительный подход при оценке объекта недвижимости // Современные технологии в мировом научном пространстве : сборник статей Международной научно-практической конференции : в 6 частях. Пермь, 25 мая 2017 г. Пермь : Аэтерна, 2017. С. 79—82.
5. *Круглякова В. М., Кузнецова К. Г.* Проблемы информационного обеспечения экономической оценки объектов недвижимости при реализации методов сравнительного подхода // Строительство и недвижимость. 2021. № 2(9). С. 61—66.
6. *Короленко А. И., Лазарева А. В.* Применения сравнительного подхода при оценке недвижимости // Научно-практические исследования. 2020. № 4-3(27). С. 77—80.

Д. В. Полонский, О. А. Растяпина

*Волгоградский государственный технический университет,
Волгоград, Российская Федерация*

АНАЛИЗ АРХИТЕКТУРНЫХ И ПЛАНИРОВОЧНЫХ ПРИЕМОВ ФОРМИРОВАНИЯ ШКОЛЬНОГО ЗДАНИЯ

Рассмотрены типовые проектные решения школьных зданий, определены наиболее эффективные проектные решения, рекомендуемые к использованию, с целью формирования здания, отвечающего современным требованиям проектирования и социальным интересам общества. Также уделено внимание вопросам организации пришкольного пространства, с целью создания благоприятной, комфортной среды и максимального вовлечения их в учебный процесс.

Ключевые слова: здание общеобразовательной школы, пришкольная территория, микроклимат пришкольных территорий, проект здания общеобразовательной школы, типы школьных зданий.

В современных условиях активного жилого строительства становится актуальным вопрос строительства детских образовательных учреждений, с целью соблюдения стандартов и норм обеспеченности такими учреждениями новых жилых микрорайонов. В данной работе авторами рассмотрен подход к выработке проектного решения детской общеобразовательной школы. Современное школьное здание должно не только выполнять функции образования и воспитания подрастающего поколения, но и быть безопасным, визуально привлекательным, удобным в эксплуатации и с многими другими характеристиками, определяемыми современными требованиями градостроительной среды и общества. Именно улучшенная образовательная инфраструктура создаст среду для более глубокого получения знаний и дополнительного образования. Это актуальная проблема по формированию нынешней образовательной структуры определена в федеральной программе по строительству и реконструкции школьных зданий до 2025 г. Создание свежего облика учебного заведения, поиск планировочных решений, отвечающих сегодняшним тенденциям образовательного процесса, — все это ключевые задачи, установленные правительством страны по развитию прогрессивной образовательной инфраструктуры.

Современный образовательный процесс подразумевает универсальность здания, что обеспечивается: современным техническим оборудованием здания школы; созданием условий для внеклассных занятий, активной физической нагрузки; архитектурой самого здания, которая должна быть привлекательной для детей и подростков; организацией многофункционального пространства. Благоустройство пришкольной территории также способствует максимальному вовлечению детей в учебный процесс. Проведенный теоретический анализ требований к современному зданию общеобразовательной

школы позволил определить основные аспекты для выработки универсального проекта:

1) формирование качественного микроклимата на пришкольной территории и обеспечение благоприятных микроклиматических условий внутри здания;

2) обеспечение безбарьерной и доступной среды;

3) мобильность школьных помещений и пришкольных участков — предполагает возможность переоборудование пространства в зависимости от конкретных потребностей в текущий момент времени;

4) обеспечение безопасности детей на территории школы;

5) архитектурный облик здания должен соответствовать современным требованиям и облику окружающей застройки и способствовать формированию культурной значимости объекта;

6) отвечать требованиям энергоэффективности и ресурсосбережения, использование современных технологий, направленных на сохранение природных ресурсов, будет способствовать развитию у школьников навыков бережливости и сохранения природных ресурсов. Активное вовлечение в эксплуатацию ресурсосберегающих технологий, а также технологий, основанных на эксплуатации природных источников энергии, могут быть использованы в учебном процессе.

Анализ современных тенденций формирования школьных зданий и объектов, расположенных на пришкольной территории, позволил выявить наиболее приемлемые и универсальные приемы, рекомендуемые для использования. На спортивной зоне пришкольной территории рекомендуется использование крытого спортивного ядра. Данное сооружение позволит вынести спортивные помещения из здания школы. Возможно это при проектировании школьного здания по блочному типу с устройством проходов от школьного здания к спортивному ядру. Ограничением могут быть климатические условия. Для общественных пространств школы рекомендуется формирование атриумных помещений, при этом будет создаваться ощущение не только масштабности помещения, но и максимально использоваться естественное освещение. При разработке проектов с такими помещениями следует учитывать действующие нормативы освещения и исключать помещения, требующие организации второго света.

Проведенный анализ основных трех композиционных типов школьных зданий (централизованные, павильонные, блочные) позволил определить наиболее приемлемое композиционное решение, универсальное для различных климатических районов. Блочный тип школьных зданий предполагает объединение различных блоков в единую систему. Блоки могут быть разделены по функциональному или возрастному принципу. Наиболее распространено функциональное деление блоков. В качестве основных типовых элементов блочного типа здания можно отметить:

- два учебных блока (закрытых) и один общественный (открытый) на всей пришкольной территории;

- широкий холл со свободным доступом в любой участок школы. Он может быть централизованным или разделенным для разных возрастных групп;

- подъезд, оборудованный пандусом, а также пешеходными дорожками как для здоровых детей, так и для инвалидов-колясочников;

- ограждение территории с удобными проходами со стороны близлежащих микрорайонов;

- изолированная от школьного двора парковка для машин сотрудников учебного заведения, а также машин родителей.

Оба учебных блока планируются в 3 этажа. Но допускаются и 4-этажные учебные корпуса, если объект находится в городской застройке. На верхнем ярусе учебного корпуса недопустимо расположение классов для младшего звена. С увеличением этажности сокращается и прокладка коммуникаций, что снижает стоимость на их прокладку.

Каждое здание занимает на территории такое расположение, чтобы натуральное освещение было достаточно хорошим, а солнечный свет не препятствовал восприятию информации, написанной на классной доске.

Если в глаза учеников светит солнце, то при оснащении каждого из этих классов предусмотрены козырьки или регулируемые жалюзи. Но это недопустимая причина для того, чтобы классы были расположены на севере корпуса. Один корпус оснащен учебными помещениями с оборудованием для детей по возрасту, лабораториями, медпунктами, учительской, кабинетами и мастерскими.

Все помещения обладают беспрепятственным выходом на пришкольную территорию. Общераспространенная планировка — продольные аудитории с односторонним натуральным освещением. Реже они возводятся квадратные и поперечные с натуральным освещением с двух сторон.

Во втором блоке размещают:

- спортзал с душевыми, туалетами для мальчиков и девочек и раздевалкой;
- компьютерные классы;
- школьный медпункт;
- мастерские для уроков труда;
- столовую;
- актовый зал;
- библиотеку, читательский зал.

Есть опыт строительства четырехблочных школ, четвертый блок рассчитан только на учащихся подготовки и начального класса, а также для групп продленного времени.

Спортивный зал планируется на первом этаже и обладает свободным выходом на улицу. Столовая располагается на первом этаже здания или же в цоколе здания между корпусами. Подсобные помещения, предназначенные для хранения инвентаря, а также котельная оборудуются в подвальном помещении.

Таким образом, проведенный теоретический анализ проектных решений и стандартов позволил определить наиболее оптимальные архитектурные и строительные приемы по формированию пришкольной территории и непосредственно школьного здания.

Библиографический список

1. *Булгакова Е. А., Левко Н. Ю.* Совершенствование архитектуры школьных зданий в аспекте развивающей образовательной среды // Вестник МИТУ-МАСИ. 2018. № 4. URL: http://eddesignaward.com/research/wp-content/uploads/2022/01/sovershenstvovanie-arhitektury-shkolnyh-zdaniy-aspekte_bulgakova-e.a-.pdf.
2. *Иванов С.* Планировка территории школы. URL: <https://planvsem.ru/zdaniya/planirovka-shkoly.htm>.
3. Здания общеобразовательных организаций : СП 251.1325800.2016. М., 2016.
4. Общеобразовательные школы и школы-интернаты : СНиП II-65—73. М., 1973.
5. *Бабенко К. В., Растяпина О. А.* Роль зеленых насаждений в формировании визуального пространства городской среды // Актуальные вопросы в науке и практике : сборник статей по материалам II Международной научно-практической конференции, Уфа, 10 октября 2017 года. Уфа : Дендра, 2017. С. 92—95.

А. А. Похилько, Г. И. Левшин, Е. А. Полякова, Р. Х. Курамшин

*Волгоградский государственный технический университет,
Волгоград, Российская Федерация*

ОСОБЕННОСТИ УВЕЛИЧЕНИЯ ЭТАЖНОСТИ ОБЪЕКТА, НЕЗАВЕРШЕННОГО СТРОИТЕЛЬСТВОМ

Рассмотрены особенности увеличения этажности при разработке проекта реконструкции жилого дома, незавершенного строительством. На основании серии расчетов численной модели объекта реконструкции установлено предельное количество этажей, на которое может быть увеличена этажность здания без усиления ранее смонтированных конструкций.

Ключевые слова: реконструкция, напряженно-деформированное состояние, этажность здания.

Реконструкция объектов капитального строительства, в частности зданий и сооружений, в общем случае представляет собой изменение параметров объекта капитального строительства, его частей (высоты, количества этажей, площади, объема), в том числе надстройка, перестройка, расширение объекта капитального строительства, а также замена и (или) восстановление несущих строительных конструкций объекта капитального строительства, за исключением замены отдельных элементов таких конструкций на аналогичные или иные улучшающие показатели таких конструкций элементы и (или) восстановления указанных элементов [1]. Одной из категорий объектов, подлежащих реконструкции, являются объекты, незавершенные строительством в рамках положений [1], в случае если возобновление или завершение строительства предполагает изменение параметров объекта.

Независимо от того, что является причиной реконструкции объекта, в соответствии с требованиями действующих нормативных документов необходимо проведение оценки технического состояния строительных конструкций и объекта в целом для установления категорий их технического состояния. Результаты обследования технического состояния включаются в состав исходных данных при разработке проекта реконструкции.

Обследование технического состояния здания представляет собой комплекс мероприятий по определению и оценке фактических значений контролируемых параметров, характеризующих работоспособность объекта обследования и определяющих возможность его дальнейшей эксплуатации, реконструкции или необходимость восстановления, усиления, ремонта [2]. Такие работы проводят силами специализированных организаций, оснащенных современной приборной базой и имеющих в своем составе высококвалифицированных и опытных специалистов.

В общем случае обследование технического состояния зданий (сооружений) включает в себя три этапа:

- 1) подготовка к проведению обследования;
- 2) предварительное (визуальное) обследование;
- 3) детальное (инструментальное) обследование.

При смене собственника объекта зачастую актуальным является вопрос об экономической целесообразности завершения строительства по исходному проекту. В задачи допроектирования заказчиком может быть внесено требование увеличения этажности здания при завершении прерванного строительства с целью получения дополнительного экономического эффекта.

В работе проведен анализ возможности увеличения этажности жилого дома в г. Кизляре, незавершенного строительством.

Новым собственником поставлена задача максимально возможного увеличения этажности здания без усиления ранее смонтированных конструкций.

Многоэтажный жилой дом в г. Кизляре представляет собой 8-этажное жилое здание с подвальным нежилым этажом (рис.).



Общий вид объекта

Общая площадь проектируемого здания разделена на следующие зоны: зона офисных, торговых и вспомогательных помещений (1-й этаж); жилые квартиры 8 типов (1-й—8-й этажи).

Высота этажей в чистоте составляет:

цокольный этаж (нежилой) — 3,3 м;

1-й—8-й этажи (жилые этажи) — 3,15 м.

Общая высота жилого дома — 30,25 м.

Объект исследования запроектирован по каркасной схеме с заполнением кладкой из газобетонных блоков М:600.

Характеристики конструкций

Фундаменты — монолитная железобетонная фундаментная плита сплошного сечения толщиной 700 мм. Материал фундаментов — тяжелый бетон класса В25W6F150.

Колонны — монолитные железобетонные, из тяжелого бетона класса В20 сечением 400×400 мм.

Перекрытия — монолитные железобетонные плиты толщиной 200 мм с балками в направлении цифровых и буквенных осей сечением 350×400 мм. Материал конструкций — тяжелый бетон класса В20.

Армирование монолитных железобетонных конструкций предусмотрено отдельными стержнями класса А500С.

Сейсмичность площадки строительства — 8 баллов. Категория грунтов по сейсмическим свойствам — III.

Кладка наружных стен из керамического блока, с последующей облицовкой силикатным кирпичом СЛД-150/25 толщиной 120 мм. Перегородки — из полнотелого керамического на цементно-песчаном растворе толщиной 120 мм и из пазогребневых гипсолитовых блоков толщиной 100 мм.

При возобновлении прерванного строительства силами специализированной организации проведена оценка технического состояния ранее смонтированных конструкций. По результатам технического обследования установленная категория как объекта в целом, так и отдельных конструкций — работоспособное, прочностные характеристики материалов и армирование несущих конструкций соответствуют проекту.

В рамках работы сформирована расчетная модель объекта на основании исходного проекта и результатов оценки технического состояния смонтированных конструкций. Выполнена серия расчетов с последовательным увеличением этажности на один. Критерием предельного возможного наращивания этажей является отсутствие необходимости усиления смонтированных конструкций. Соответственно, на каждом этапе расчета проводился анализ напряженно-деформированного состояния несущих конструкций, устанавливались параметры армирования несущих конструкций при последовательном увеличении этажности и выполнялось их сравнение с исходным проектом. Предельным принято состояние, когда требуемое при увеличенной этажности армирование ранее смонтированных конструкций превысило заложенное в исходном проекте.

В соответствии с полученными результатами сделан вывод о возможности увеличения этажности жилого дома до 11 этажей без усиления ранее смонтированных несущих конструкций, что позволяет заказчику получить существенный экономический эффект при завершении строительства объекта.

Библиографический список

1. Градостроительный кодекс Российской Федерации от 29.12.2004 № 190-ФЗ (ред. от 14.07.2022) (с изм. и доп., вступ. в силу с 01.12.2022). URL: <https://www.minstroyrf.gov.ru/docs/1241/>.

2. Межгосударственный стандарт. Здания и сооружения. Правила обследования и мониторинга технического состояния : ГОСТ 31937—2011. URL: https://www.admrebr.ru/upload/iblock/e68/e3xmg189ypmum71opfwkwb20un4xu759/GOST-31937_2011.-Mezhgosudarstvennyy-standart.-Zdaniya-i-sooru.pdf.

А. В. Прокопчук, Н. Н. Антонова, П. П. Олейников

*Волгоградский государственный технический университет,
Волгоград, Российская Федерация*

ЭВОЛЮЦИОННЫЙ АНАЛИЗ КОМПОЗИЦИОННО-ИЗОБРАЗИТЕЛЬНЫХ ПРИЕМОВ МЕМОРИАЛЬНЫХ ДОСОК

Рассмотрен способ запечатления социальной памяти в городском пространстве — мемориальные доски. В рамках исследования были собраны данные о памятных досках, изучена историческая ретроспектива возникновения и развития композиционно-художественных приемов памятных досок. Обоснована актуальность исследования для современной историографии и проектирования современных досок, а также выделен ряд характерных тенденций. Основой для написания данной статьи стало участие автора в разработке проекта в рамках Всероссийского конкурса на лучший проект памятных досок в Волгограде к 80-летию победы в Сталинградской битве.

Ключевые слова: мемориальная доска, городская среда, сравнительный анализ, монументально-декоративное искусство, памятник, культура, памятный знак, коммеморация.

Мемориализация является важным компонентом культуры памяти в целом. Мемориальные доски как наиболее простая форма увековечивания исторической памяти художественными средствами, совместно с памятниками архитектуры и скульптурными сооружениями, являются неотъемлемой частью истории и материальной культуры общества [1]. Благодаря простоте своей формы, памятные доски могут органично интегрироваться в городское пространство и нести в себе понятную смысловую информацию. «Мемориальные доски представляют собой краткую летопись истории страны, поэтому являются по своему функциональному назначению идеологически нагруженными памятниками архитектуры, которым всегда и во все времена придавалось особая функция идеологического воздействия» [2].

Эти малые объекты монументальной пластики по сложности достижения творческих и смысловых задач не уступают крупным произведениям скульптуры, возведенным в городской среде. Независимо от величины как любое произведение искусства мемориальная доска несет в себе определенный авторский стиль и набор композиционно-художественных приемов, при помощи которых воплощается вся идея. Иногда возникает сложность в сравнительно не больших монументальных произведениях выразить весь спектр задач: значение для истории страны той или иной личности, значимость и смысл памятного факта и т. д.

Все это требует определенной профессиональной слаженности и лаконичности художественных средств, ясных текстовых формулировок, правильного выбора атрибутов и символов, которые должны вызывать

необходимые ассоциации, и, конечно, органичного вхождения в архитектурную среду, в которой они будут существовать десятилетиями или столетиями [3].

Цель исследования — провести анализ характерных композиционно-изобразительных приемов мемориальных досок различных временных периодов.

Объекты исследования — мемориальные (памятные) доски различных временных периодов.

В соответствии с поставленной целью статья направлена на решение следующих **исследовательских задач**:

1) изучение теоретической базы научных трудов, посвященных изучению мемориальных досок как знаков коммеморации, их тенденции в историографии и функционированию их в городской среде;

2) выявление особенностей данного способа мемориализации в истории монументально-декоративного искусства;

3) сравнительный эволюционный анализ объектов исследования;

4) определение основной типологии мемориальных (памятных) досок;

5) выявление ведущих аспектов при проектировании современных памятных досок с целью апробирования их на практике.

Результаты

Мемориальная доска — знак, устанавливаемый на недвижимых историко-культурных объектах или памятных местах и фиксирующий их связь с историческими событиями или выдающимися деятелями. Именные и событийные доски, как правило, лаконичны, легко читаются, быстро и надолго запоминаются. Наибольшее значение в них имеют «архитектура» шрифта, общий рисунок текста, построение буквы. Форма мемориальной доски, ее размещение на фасаде здания также важны для создания выразительного памятника, несущего конкретную историческую информацию.

Теоретической базой исследования стали научные труды российских и зарубежных ученых, посвященные проблеме функционирования мемориальных досок в городской среде. Для решения поставленных задач были собраны ценные сведения о досках, проведен анализ научных работ. Теоретические труды Е. А. Бесединой и Т. В. Буркова [4] направлены на исследование мемориальной доски как образа исторической памяти, которая выступает инструментом социального управления. Материалы о надписях на стенах, стелах, арках, колоннах, монетах, прообразах первых мемориальных досок, рассматривались в работах С. Ф. Рысаевой [1], Н. Л. Мальцевой, М. Т. Кузьминой [5], С. Фрая, Д. Фергюссона [6], Д. Барберини [7], А. В. Святославского [8] и др. О феномене памяти и сохранении нематериального наследия писали такие авторы, как Ян Ассман [9], К. Снопек [10], Ф. Йейтс [11], Ф. Анкерсмит [12], П. Рикер [13], Е. В. Романовская [14], П. Х. Хаттон [15].

Мемориальные доски вместе с архитектурой участвуют в организации пространства, вписаны в архитектурный облик здания, увязаны с ним материально, ритмически, масштабно, стилистически. Проблема отображения

памяти, гармонии доски и пространственной среды и ряд других значительных вопросов рассмотрены в перечисленных работах.

Вследствие изучения теоретических трудов по данной теме можно заключить, что памятные доски «особый вид социокультурной деятельности, в основе которой лежит акт увековечения как попытка сохранения образа себя, своих близких, своей культуры в настоящем и будущем» [8]. С помощью этого способа коммеморации обществу передаются нравственные, мировоззренческие и эстетические ценности.

Изучение мемориальных досок необходимо начинать с ретроспективного обзора, что позволит понять историю возникновения этого способа мемориализации, определить классификацию и типологию досок, а также выявить актуальные тенденции в проектировании изучаемого объекта.

Идея рукотворного увековечения памяти возникла в глубокой древности. «Потомками» мемориальных досок были надписи-граффити на стенах пещер, надгробных плитах или камнях, некоторые из них сохранились и отражают становление мировоззрения общества.

Древние римляне в память об успешных военных походах и победах, воцарении и смерти императоров, издании важнейших законов вырубали надписи на скалах, стенах крепостей, дворцов, храмов и терм. Позже подобные надписи стали наносить на специальные доски и устанавливать на стены. Наряду с другими памятниками и надгробиями такие доски стали мемориальными объектами (рис. 1).



Рис. 1. Надпись Луция Плиния Руфа, легата Секста Помпея. Плита гласит: «В правление Магна Помпея Пия, сына Магна, императора, авгура, избранного консула, Луций Плиний Руф, сын Луция, легат пропретор, избранный претор, обеспечил строительство ворот и башен»

Средневековье отказалось от мемориальных форм, выработанных античностью, но духовная традиция увековечения памяти сохранилась в виде возведения культовых сооружений в память выдающихся личностей и важных дат.

На Руси такая форма памятника была единственной вплоть до второй половины XVIII века. В Европе зодчие Ренессанса и барокко развивали античную концепцию, но православная церковь считала круглую скульптуру пережитком язычества. В России предшественниками мемориальных досок,

как и в Древнем Риме, были надгробия и надписи на сооружениях [3]. Например, первыми такими «мемориальными досками» в Москве являются пояснительные надписи, вырубленные на белокаменных плитах над проездными воротами Спасской (Фроловской) башни Кремля, которые увековечивают имя строителя Пьетро Антоние Солари и Ивана III (рис. 2, а).

Памятные доски появились на домах в XVIII веке, после войны 1812 года, и они носили функцию обозначения уровня воды при наводнениях (рис. 3). Позже на стенах Казанского собора увековечили имя А. П. Воронихина, а в конце мая 1880 года на улице Мойка, 12 была установлена доска в память о Пушкине (рис. 2, б). В июне 1890 года на собрании Городской думы было принято решение о начале повсеместной установки и других памятных досок на строениях, возведенных после введения в Петербурге Городового положения 1870 года [16].



а

б

Рис. 2. Мемориальные доски: а — белокаменная плита над проездными воротами Спасской (Фроловской) башни Кремля; б — в 1880 году по проекту архитектора Н. Л. Бенуа установлена мемориальная доска А. С. Пушкину (самая первая мемориальная доска Санкт-Петербурга)



а

б

Рис. 3. Таблички для обозначения уровня воды при наводнениях: а — Большая Морская улица, 33. «Вышина воды 7-го ноября 1824-го года». (Текст вырублен на цоколе здания. Горизонтальная черта показывает уровень поднявшейся воды.); б — Васильевский остров, Большой проспект, 1

Особого внимания удостоились павильоны Сенного рынка, здание городской скотобойни, Петровской пожарной части и пожарного депо. В конце XIX—начале XX в. в Москве было установлено несколько мемориальных досок, посвященных известным людям. Три из них сохранились и поныне на домах, где жили А. В. Суворов (Большая Никитская, 42), А. Н. Скрябин (Большой Николопесковский переулок, 11), а также на доме, где родился Н. И. Пирогов (Мельницкий переулок, 12).

Временной период до Октябрьской революции 1917 г. в России можно охарактеризовать застойным, с точки зрения количественного подхода в установке памятных досок в том виде, в котором они представляются сегодня.

Идейным толчком к дальнейшему развитию типологического спектра мемориальной доски стал так называемый ленинский план монументальной пропаганды. В апреле 1918 года В. И. Ленин предложил декрет «О памятниках республики», говорящий о замене надписей, эмблем, гербов на новые, отражающие «идеи и чувства революционной трудовой России». Помимо памятников в рамках реализации плана монументальной пропаганды 1918—1920-х гг. на стенах многих общественных зданий были размещены надписи агитационного характера, символические рельефы [3].

Большинство произведений монументальной пропаганды исполнялось из недолговечных материалов и не дошло до нас. Основным материалом для исполнения был цемент с применением красителей.

В послереволюционный период сложилась основная композиционно-художественная направленность в типологии мемориальной доски, которую мы хорошо знаем сейчас. Это скульптурное или рельефное художественное изображение в сочетании с информативной надписью и более простой вариант без скульптурного изображения — с содержательной надписью (рис. 4).



Рис. 4. Типы мемориальных досок:

- а — скульптурное или рельефное художественное изображение в сочетании с информативной надписью;
- б — без скульптурного изображения, с содержательной надписью

Значительную роль в архитектурно-художественном облике городской среды играли мемориальные доски, создаваемые в рамках политико-массового искусства последних 50 лет XX в. в России. Композиционно-образные решения мемориальных досок во многом определялись общими мировоззренческими установками. Для советского времени характерна насыщенная идеологизированность и патриотичность, что ярко отобразилось в текстовом наполнении досок. Принцип искусства XX века — воспроизведение современной действительности, идеалов, общественных отношений.

«Характерной художественной особенностью, присущей советскому искусству вообще и мемориальной доске в частности является лаконичность художественных средств, проявляющихся в выборе композиционных приемов, ясных формулировках текста, в предпочтении тех атрибутов и символов, которые в сознании советского человека должны были рождать определенные ассоциации» [1]. Этот вид массового искусства воплотил в себе один из главных принципов советского искусства — принцип общедоступности.

Эти характерные черты прослеживаются в работах архитектора-художника Федора Андреева. В проектах памятных досок художника можно отметить своеобразный индивидуальный подход в выборе формы доски в пользу геометрической (рис. 5). Строгий контур абриса и их симметричность позволяли автору гармонично вписать текст в композиционное поле доски. Лаконичная индивидуальность форм разбавляется наличием знаков советской военной атрибутики: оружием, звездой, лавровыми ветвями, якорями.

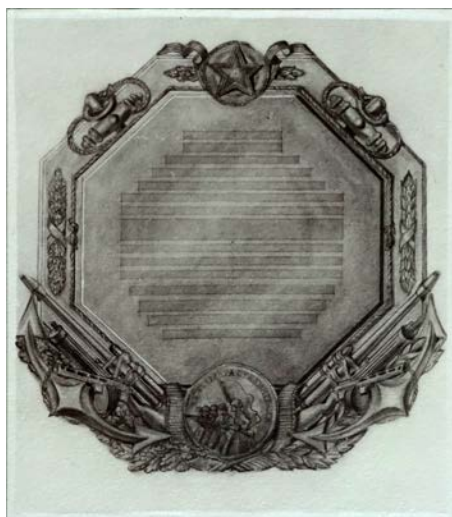
Но после XX съезда КПСС на фоне роста общественного сознания и расцвета культуры в период оттепели появилось много памятных досок с барельефным портретным изображением. Развитие этого направления легло в основу некоторых композиционно-художественных решений. Так появился традиционный тип доски: из камня с накладным бронзовым барельефом; с рельефным портретом и надписью, выполненными в одном материале, в сочетании различных материалов и форм; с барельефной полуфигурой, где развились свои композиционные варианты: с барельефом в медальоне, со врезанным или прорезным изображением и, наконец, доска фигурной формы.

В художественном фонде СССР до сих пор хранятся мемориальные доски Ф. Андреева, которые демонстрируют авторскую композицию поля доски: барельеф и различные сочетания шрифтов, которые удачно характеризуют этот период, а именно звезда Красной Армии, лавровые ветви, щит и оружие (рис. 6).

Современный тип мемориальной доски прогрессивно эволюционировал как в материале и технологии, так и развитии композиционно-художественного образа. При изготовлении досок сейчас применяют более долговечные материалы — металл, камень, сплава бронзы или чугуна и варианты материалов композитов.



а



б



в



г

Рис. 5. Памятные доски архитектора-художника Федора Андреева. Художественный фонд СССР. Производственное управление скульптурно-художественными предприятиями. Мытищинский завод художественного литья: *а* — ромбовидная доска с рельефом; *б* — восьмиугольная доска с рельефом; *в* — квадратная доска с рельефом; *г* — прямоугольная доска с рельефом. Музей архитектуры Царицына — Сталинграда — Волгограда



а



б

Рис. 6. Памятные доски архитектора-художника Федора Андреева. Художественный фонд СССР. Производственное управление скульптурно-художественными предприятиями. Мытищинский завод художественного литья: *а* — доска, посвященная зданию заводской лаборатории; *б* — доска, посвященная Сталинградской битве

Ранее в изготовлении мемориальной доски применялся более упрощенный вариант исполнения, в компоновке чувствовали высеченные на граните или мраморе надписи. Со временем требования изменились, современный материал, художественное решение и индивидуальный подход к замыслу сделали мемориальную доску более уникальной. В современной композиции доски участвует более широкий диапазон составных компонентов: скульптурное портретное изображение (личности или объекта) (рис. 7, а), пластичный элемент декора, отличительные знаки и символы (рис. 7, б), шрифтовой компонент (рис. 7, в). Также сейчас возможны различные варианты нанесения текста — от обычной гравировки до изготовления объемных знаков и покрытия сусальным золотом [17].



Рис. 7. Мемориальные доски:

- а — доска математику Н. Н. Боголюбову, бронза, 2010 г.;
- б — доска архитектору Н. А. Бровкину, бронза, 2001 г.;
- в — доска женщинам, защитившим Ленинград, гранит

В ходе изучения визуального ряда материалов по теме объекта можно выделить два ведущих типа — художественные и информационные. Первые больше относятся к произведениям искусства, в разработке которых участвуют художники и скульпторы. Как правило, это сюжетные работы.

Вторые отдают дань памяти какому-либо человеку, месту или событию, где сам образ человека может быть выражен в виде портретного барельефа или шрифтовой композиции [18].

Сведения, собранные в ходе изучения методов закрепления исторической и духовной памяти, художественных приемов, используемых при разработке памятных досок, позволяют классифицировать информационные доски:

- 1) на монументальные;
- 2) именные (событийные);
- 3) охранные доски с указанием даты постройки здания и автора.

Монументальные мемориальные доски, выделяющиеся своей многослойностью, громоздкостью, долговечностью материалов, посвящены подвигам, победам и строительству определенных сооружений города.

Именные или событийные представляются в виде лаконичных, понятных и легко читаемых досок, в которых особое значение имеет шрифтовая композиция, построение букв и текста в целом. Емкость и четкость в исполнении очень важны, например, при создании плит, где отмечены высоты подъема воды. Само название этого вида досок говорит о том, что доски посвящены значимым событиям и важным именам в истории страны, культуры и науки.

Охранные доски отлично подчеркивают художественную значимость в монументально-декоративном искусстве. Обычно цель охранных досок — информировать людей о защите какого-либо объекта государством, при этом не сочетая в своей структуре эстетики прикладного искусства и литературного изложения [19].

Еще в начале XX в. начала складываться типология мемориальных досок, которая сейчас нам представлена:

- 1) как доска со скульптурным или рельефным изображением в комбинации с надписью (в том числе монументальный портрет);
- 2) доска без скульптурного изображения, включающая содержательную надпись, а иногда и символическую атрибутику.

С точки зрения художественного исполнения мемориальные доски начала XX в. продолжали традиции предшествующих десятилетий [20].

Следует отметить специфические особенности портретной выразительности в монументальной пластике. Монументальный портрет носит, как правило, обобщенный характер, он реалистичен до степени узнавания. Психологизм монументального портрета чаще всего сводится к заострению внешних черт или акцентированию признаков, знакомых всем.

Независимо от типологического подхода и классификации мемориальных досок в практике их проектирования необходимо опираться на следующие аспекты:

- 1) интеграция в городскую среду;
- 2) читаемый и понятный шрифт;
- 3) выбор материалов;
- 4) символичность и знаковость.

Все четыре критерия являются основополагающими с точки зрения создания объекта такого характера в экстерьере города. Для современного города, в отличие от предшествующих эпох, прием композиционно-художественной выразительности в воплощении единства мемориальной доски с архитектурным стилем и обликом здания является неотделимым.

Подводя итог, следует отметить, что при создании мемориальных досок сегодня возникает ряд проблем: синтез пластического решения и идейного содержания; художественная выразительность; стилистические соответствия; атрибуция, связанная с темой, событием, местом создания; определение точных размеров доски; уровень квалификации, а также проблема сохранности мемориальных досок.

Эти проблемы были рассмотрены и решены при создании проектов мемориальных досок в рамках Всероссийского конкурса на лучший проект памятных досок в Волгограде, посвященный 80-летию победы в Сталинградской битве.

По заданию конкурса необходимо было создать эскизный вариант памятной доски для установки в Волгограде на здании Дома специалистов на 300 квартир. Этот жилой дом, построенный в 1934 г. по проекту архитектора В. И. Кочедамова и инженера И. В. Ткаченко, состоял из трех зданий, сейчас он входит в Комплекс застройки ул. Советской. После Великой Отечественной войны от всего Комплекса довоенной застройки на ул. Новосветской восстановили (в 1949 г. по проекту арх. И. Е. Фиалко) только одно здание, остальные два не подлежали восстановлению.

В настоящее время историческое здание Дом специалистов используется по своему прямому назначению как жилой дом.

Для участия в конкурсе с проектом необходимо было выполнить некоторые условия: должно быть две памятные доски, на которых характерно присутствие логотипа Волгоградской области и определенные надписи (рис. 8, 9).

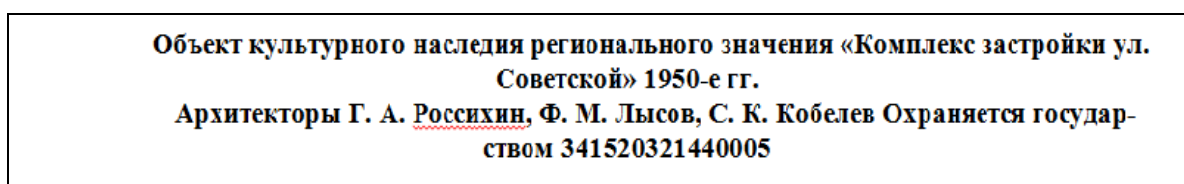


Рис. 8. Надпись на первой части памятной доски

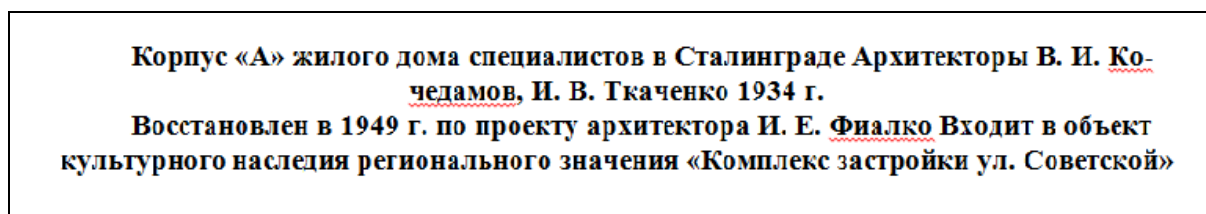


Рис. 9. Надпись на второй части памятной доски

В конкурсе приняли участие как молодые специалисты, так и студенты архитектурного профиля. Глубокое изучение визуальных и теоретических материалов авторами статьи послужило хорошим базисом для участия в конкурсе и создании эскизного проекта (рис. 10).

За основу композиционного решения были взяты следующие критерии: пластичный элемент рельефного изображения объекта, отличительные знаки и символы и шрифтовой компонент.

При четкой расстановке композиционных акцентов, подбором шрифтовой надписи и символов эскизный проект был удостоен высшей награды Всероссийского конкурса (рис. 11).

Событийные доски такого характера, как правило, лаконичны, легко читаются, быстро и надолго запоминаются [21].



а



б

Рис. 10. Вариант проекта памятной доски. Автор — студентка Прокопчук Алиса. Руководители — проф. П. П. Олейников, доцент О. Г. Мельникова: а, б — варианты проекта мемориальной доски



Рис. 11. Проект, победивший в конкурсе. Автор — студентка Прокопчук Алиса.
Руководители — проф. П. П. Олейников, доцент О. Г. Мельникова

Заключение

Рассмотрев историческую ретроспективу возникновения, развития и формирования композиционно-художественных приемов мемориальных (памятных) досок, можно выделить ряд характерных тенденций:

- 1) с точки зрения развития композиции объекта исследования прослеживается некоторое эволюционирование — усложнение формы и наполнения композиционными элементами плоскости доски элементами нарастает в зависимости от приближения к современности;
- 2) уход от классического типового решения — рамка плюс текст;
- 3) расширение спектра применяемых материалов как для основы, так и для художественной обработки;
- 4) расширение стилистических и художественно-пластических подходов в формировании рельефно-плоскостного решения;
- 5) развитие стилистической взаимосвязи мемориальных досок с архитектурными объектами в городской среде;
- 6) усиление качественного подхода как к произведению искусства (авторские произведения) в разрез количеству.

Библиографический список

1. Рысаева С. Ф. Мемориальные доски как художественно-историческое наследие города Кемерово: вторая половина XX—начало XXI вв. // Вестник Кемеровского государственного университета культуры и искусств. 2012. С. 186.
2. Быкова Е. В. Модульный текст в массовой коммуникации: закономерности речевой организации : автореф. дис. ... д-ра филол. наук. СПб., 2012. С. 39.
3. Мемориальные доски Москвы : справ.изд. / Департамент культурного наследия города Москвы. М., 2018. 512 с.
4. Беседина Е. А., Буркова Т. В. Мемориальные доски как знаки коммеморации: современные тенденции историографии // Кубанские исторические чтения. Краснодар, 2018. С. 194—204.
5. История зарубежного искусства : учебник / Науч.-исслед. ин-т теории и истории изобраз. искусств Акад. художеств СССР ; под ред. Н. Л. Мальцевой, М. Т. Кузьминой. М. : Изобраз. искусство, 1980. С. 39.

6. *Фрайер С., Фергюсон Д.* Геральдика. М. : Астрель, 2009. С. 107—111.
7. *Барберини Д.* Записки путешественника // Библиотека иностранных писателей о России. СПб., 1836. Т. 7. С. 156.
8. *Святославский А. В.* История России в зеркале памяти. Механизмы формирования исторических образов. М., 2013.
9. *Ассман Ян.* Культурная память. Письмо, память о прошлом и политическая идентичность в высоких культурах древности / пер. М. М. Сокольской. М. : Языки славянской культуры, 2004. С. 12.
10. *Снопек К.* Беляево навсегда: сохранение нематериального наследия. М. : Strelka Press, 2014.
11. *Йейтс Ф.* Искусство памяти. СПб. : Фонд поддержки науки и образования «Университетская книга», 1997. 480 с.
12. *Анкерсмит Ф.* Возвышенный исторический опыт. М. : Европа, 2007. 612 с.
13. *Рикер П.* Память, история, забвение / пер. И. И. Блауберг, И. С. Вдовина, О. И. Мачульская, Г. М. Тавризян. М. : Изд-во гуманитарной литературы, 2004. 728 с.
14. *Романовская Е. В.* Феномен памяти: между историей и традицией // *Философия и общество*. 2010. № 1. С. 106.
15. *Хаттон П. Х.* История как искусство памяти / пер. В. Ю. Быстров. СПб., 2003. 424 с.
16. Мемориальная доска — дань памяти предков [Электронный ресурс]. URL: <https://fb.ru/article/144197/memorialnaya-doska---dan-pamyati-predkov> (дата обращения: 13.04.2022).
17. История города — в мемориальных досках [Электронный ресурс]. URL: <https://www.mngz.ru/russia-world-sensation/907280-istoriya-goroda-v-memorialnyh-doskakh.html> (дата обращения: 29.04.2022).
18. *Антонова Н. Н.* Проектирование мемориальной доски : метод. указания к практическим занятиям. Волгоград, 2022. 31 с.
19. *Ильина В.* Типология мемориальных досок // Ежегодная конференция по проблемам петербурговедения. СПб., 2000.
20. *Беседина Е. А., Буркова Т. В.* «В этом здании жил и работал...»: мемориальные доски как образ исторической памяти // Труды исторического факультета Санкт-Петербургского университета. 2013. № 16. С. 45—67.
21. С чего начинается Родина? Мемориальные доски как факт исторической памяти [Электронный ресурс]. URL: <https://ug.ru/s-chego-nachinaetsya-rodina-memorialnye-doski-kak-fakt-istoricheskoy-pamyati/> (дата обращения: 20.05.2022).

А. Р. Рисун, А. Д. Воробьева, О. В. Бурлаченко, С. Л. Туманов

*Волгоградский государственный технический университет,
Волгоград, Российская Федерация*

РАЗРАБОТКА МЕТОДОВ И ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ ДЛЯ СТРОИТЕЛЬСТВА ВЕНТИЛЯЦИОННЫХ ТРУБ КОМПЛЕКСОВ АТОМНЫХ СТАНЦИЙ С ЦЕЛЬЮ МИНИМИЗАЦИИ СРОКОВ СТРОИТЕЛЬСТВА

Целью исследования являлся поиск методов сокращения сроков строительства сооружений специального назначения.

Ключевые слова: падающая стрела, комплект машин, монтаж конструкций, объем работ, тяговые механизмы, бесперебойность работ, стоимость, срок строительства, срок введения в эксплуатацию, цикл работы.

В наше время одной из самых главных задач в строительстве атомных электростанций является оптимизация проведения строительных работ, в частности, поиск путей к минимизации сроков строительства специальных сооружений, а также максимальное понижение затрат на проведение строительства. На данный момент традиционно применяются последовательный и параллельный метод проведения строительно-монтажных работ, в той или иной вариации. Зачастую правильно подобранный метод проведения строительно-монтажных работ, в зависимости от высотности здания или сооружения, его компоновки и объемов работ в целом, позволяет достичь максимально малых сроков проведения их строительства [1, 2, 4].

При выборе метода монтажа необходимо понимать, что в зависимости от объема работ, геотехнических характеристик и условий среды, в которой ведется строительство, безусловно, оказывается влияние на стоимость и срок проведения строительства, однако не всегда можно правильно найти ту самую золотую середину. Также при строительстве сооружений комплексов атомных станций важную роль играет поиск именно минимального срока проведения строительства, ввиду того, что после введения комплекса в эксплуатацию, стоимость строительства объекта становится много меньше годов прибыли данного объекта в целом [2, 3, 5].

В качестве объекта исследования принимается вентиляционная труба атомной электростанции в г. Дмитровграде — одного из самых высотных сооружений в новейшем комплексе атомной станции. Данный объект принят к рассмотрению ввиду того, что объект является уникальным, как и сам комплекс.

Установка (монтаж) трубы — наиболее длительный и затратный этап строительства атомной электростанции. Выбор способа монтажа зависит от местных условий, геологических свойств площадки строительства, требуемым сроком строительства, общим бюджетом, а также парка машин и механизмов строительной организации. В настоящее время используют различные способы монтажа, наиболее часто используется метод наращивания.

Одним из важных недостатков данного метода является достаточно долгий срок возведения конструкции, составляющий более 3 месяцев [7, 8, 10].

В статье представлены результаты расчета нового метода монтажа сооружения вентиляционной трубы, высотой сто метров.

Монтаж такой сложной конструкции (рис.) предлагается провести методом падения стрелы.

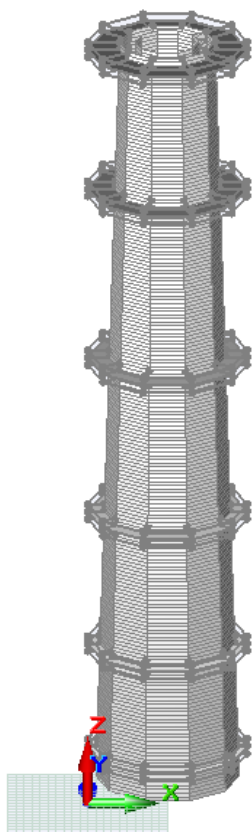


Схема конструкции в проектном положении

В качестве альтернативы мы рассмотрели способ монтажа, используемый чаще в строительстве опор ЛЭП, а именно метод падающей стрелы. Особенности данного способа монтажа заключаются в том, что для установки применяют бурокрановые машины и краны, домкраты и бульдозеры, иногда используют вертолеты.

При установке трубы с помощью крановых механизмов и домкратов, ее собирают в горизонтальном положении около фундамента таким образом, чтобы ее траверсы были расположены параллельно поверхности земли.

Основание трубы в месте, где заранее закреплен подножник, соединяют с двумя элементами фундамента с помощью специальных монтажных шарниров поворотного типа. Затем трубу из горизонтального положения поднимают кранами или БКМ на 10° , после чего поднимают в вертикальное положение, используя механизмы, опрокидывающие закрепленную за узлы крепления трубы стрелу, путем ее опрокидывания, а также тормозные механизмы, размещенные по трем осям вокруг центра фундамента, для выравнивания и противодействия ветреным нагрузкам, после чего закрепляют трубу на фундаменте при помощи анкеров и сварки.

При возведении конструкции методом падающей стрелы в качестве основных строительных машин по результатам расчета приняты машины и механизмы, отмеченные в табл.

Конструкция трубы собирается горизонтально на сооруженной опалубочно-каркасной системе. Листы соединяются посредством сварки [7].

В начале подъема используются автомобильные краны для поднятия конструкции трубы на 10° по отношению к месту крепления фундамента с подножкой трубы, далее при помощи тракторов начинается опрокидывание стрелы, закрепленные тросы, идущие к домкратам, держат ее в равновесном состоянии по отношению к креплению фундамента. При подъеме на 75° начинается установка анкеров в место крепления, далее их закрепляют при возведении трубы в проектное положение. Тормозные механизмы обеспечивают невозможность опрокидывания конструкции.

Материально-технические ресурсы при возведении конструкции

Наименование	Марка, техническая характеристика, ГОСТ	Количество	Назначение
Трактор	T130	8	Опрокидывание стрелы
Тяговый механизм	Гидравлический домкрат ДГС-Р-100	2	Выравнивание конструкции в процессе монтажа
Трос	СТКк-100 25м	10	Подъем элементов
Трос	СТКк-200 25м	10	То же
Кран	Blumar 1000	2	Первичный подъем сооружения
Каркас металлический	Стальной лист 10 мм	50 секций	Сборка сооружения
Тормозной механизм	Tz-100	1	Остановка движения сооружения в процессе выставки в проектное положение
Сварочный трактор	IGBT Integral	1	Сварка конструктивных элементов сооружения

После подготовки конструкции к началу монтажа, прогнозируются оптимальные погодные условия и в назначенный момент начинается монтаж сооружения в проектное положение [8].

Время монтажа с учетом, что конструкция поднимается на 1° в минуту после подъема ее на 10° при помощи крана, занимает 1 час 15 минут.

После стыковки подножки с фундаментом и первичного закрепления анкерами стык заваривается, после чего отсоединяют тормозные и удерживающие в равновесии конструкцию механизмы.

Таким образом, фактическая продолжительность строительства, согласно разработанному календарному плану с учетом способа монтажа методом падающей стрелы, составляет 31 день. Максимальное количество рабочих составляет 20 человек в смену, в среднем — 8. Коэффициент неравномерности рабочей силы 2,5.

В сравнении с традиционным методом монтажа сооружения вентиляционной трубы предлагаемый к применению метод падения стрелы позволяет сократить срок строительства на 48 %.

С экономической точки зрения, по результатам проведенных расчетов стоимость монтажа вентиляционной стометровой трубы традиционным способом составляет 5045866,96 руб., а при строительстве с применением предлагаемого в статье метода падения стрелы стоимость составит 14090822,85 руб., что всего в 2,5 раза дороже традиционного метода строительства.

В заключение можно сказать, что стоимость монтажа специального сооружения вентиляционной трубы комплекса атомной электростанции методом падающей стрелы на 64,2 % превышает стоимость проведения строительства традиционным методом, однако срок возведения сооружений данного типа на 48 % меньше, чем при возведении стандартным методом. Из чего следует, что предложенный метод монтажа вентиляционной трубы атомной станции является оптимальным и рекомендуется к дальнейшему изучению и возможному применению при строительстве вентиляционных труб атомных станций и их аналогов.

Библиографический список

1. *Кадыров А. С., Байкенов А. Е.* Методы возведения высотных сооружений и зданий // StudNet. 2021. № 2.
2. *Гурьянова А. В., Ерышев В. А., Римшин В. И.* Инновационные атомные электрические станции // Огарев-Online. 2021. № 6(159).
3. *Калматов Ч., Лопухова Т. В.* Особенности сооружения и эксплуатации ЛЭП высокого напряжения в высокогорных условиях // Вестник КГЭУ. 2015. № 2(26).
4. *Панасенко Н. Н., Синельщиков А. В., Яковлев П. В.* Расчетный анализ сейсмической безопасности грузоподъемных кранов // Вестник АГТУ. Серия: Морская техника и технология. 2018. № 2.
5. Нагрузки и воздействия : СП 20.13330.2011. М., 2011.
6. Земляные сооружения, основания и фундаменты : СП 45.13330.2017 М., 2017.
7. Соединения сварные арматуры и закладных изделий железобетонных конструкций. Типы, конструкции и размеры : ГОСТ 14098—2014. М., 2014.
8. Организация строительства : СП 48.13330.2011. М., 2011.
9. Металлопродукция. Правила приемки, маркировка, упаковка, транспортирование и хранение : ГОСТ 7566—2018. М., 2018.
10. Несущие и ограждающие конструкции : СП 70.13330.2012. М., 2012.
11. Инструкция по проектированию электрического освещения строительных площадок : СН 81—80. М., 1980.

А. Е. Сакрюкин, А. Ю. Калачева

*Волгоградский государственный технический университет,
Волгоград, Российская Федерация*

РЕВИТАЛИЗАЦИЯ ТЕРРИТОРИИ ГОРОДСКОГО ПАРКА В Г. КАМЫШИНЕ

Городской парк — структурный элемент системы озелененных территорий города, благодаря которому смягчаются стрессовые факторы в городской жизни человека. Проведен анализ антропогенных факторов, предложены мероприятия по ревитализации парка Строителей в г. Камышине Волгоградской области.

Ключевые слова: ревитализация парка, благоустройство территории, антропогенные факторы.

Понятие «ревитализация» подразумевает процесс оживления, восстановления, воссоздания, возвращение к жизни. Ревитализация парковых территорий заключается в восстановлении и размещении необходимых объектов обслуживания посетителей, элементов оборудования и благоустройства. Основной принцип заключается в раскрытии новых возможностей существующих территорий и построек, относящихся к ним. Наиболее целесообразным представляется комплексный подход к процессу ревитализации, позволяющий сохранить идентичность и исторические ресурсы.

Объект исследования — парк Строителей в г. Камышине Волгоградской области. На территории города располагается 7 парков. Пригодными для отдыха людей являются три, находящиеся в старой части города. Центральным парком Камышина считается Парк культуры и отдыха им. Комсомольцев-добровольцев, который располагается неподалеку от центральной набережной. Парк Строителей в настоящее время заброшен, озеленение парка находится в непригодном состоянии, элементы благоустройства требуют восстановления. Согласно правилам землепользования и застройки территория относится к зонам городских ландшафтных объектов (парков, набережных, скверов, бульваров) и зонам объектов рекреационного оздоровительного назначения.

Цель работы — разработка перечня организационно-проектных мероприятий, реализация которых позволит вернуть былой вид и статус парка и припарковой территории.

Для реализации поставленных целей разработана структура формирования исходных данных для формирования перечня мероприятий по ревитализации городского парка.

В первую очередь проведен анализ особенностей муниципального образования, с анализом его расположения по розе ветров, оценка отдаленности от областного центра, расположение близлежащих рек и населенных пунктов.

На втором этапе проведен анализ природно-климатических условий муниципального образования. Климатические характеристики основываются на статистическом анализе средних и экстремальных метеорологических характеристик с учетом местоположения муниципального образования.

На следующем этапе выполнен анализ и оценка антропогенных ресурсов территории. В качестве основных объектов исследования здесь рассматриваются рельеф местности, расположение главных и второстепенных дорог вокруг территории объекта проектирования (парка), схема движения транспорта, загруженность дорог, определяются общие возможности и ресурс транспортной инфраструктуры района размещения объекта (парка).

Затем проводится анализ непосредственно территории парка. Результаты анализа зеленых насаждений наносятся на опорный план или дендроплан. Производится анализ состояния дорожек, главной аллеи, инженерных сетей и оборудования. В части исследования озеленения территории предусматривается комплексное обследование зеленых насаждений, выборочно устраняются старые и больные деревья, а также высаживаются породы деревьев, устойчивые к климатическим условиям района, добавляется посев многолетней газонной травы. На этом же этапе разрабатывается обоснование необходимости ревитализации парка на основании результатов проведенных исследований, изложенных выше, что обуславливает актуальность проекта.

В дальнейшем проводится анализ культурно-бытового обслуживания территории парка, включая расчет вместительности парка, количество функциональных зон, подлежащих использованию с их описанием.

Далее проводится анализ уличной сети и проездов внутри парка, причем, несмотря на то, что в целом вся сеть дорог и тропинок в городских парках используется для движения пешеходов, в отдельных функциональных зонах необходимо предусмотреть подъезд транспорта для загрузки и разгрузки инвентаря или оборудования, проезд специальной и пожарной техники (в экстренных случаях).

На стадии проектирования разработаны технико-технологические мероприятия по ревитализации парка и припарковой территории, которые включают в себя благоустройство, озеленение территории, мероприятия по размещению функциональных зон, организацию уличной сети и проездов, размещение малых архитектурных форм и т. д.

На заключительном этапе запроектированы мероприятия по инженерному благоустройству и определяются технико-экономические показатели проекта.

Город Камышин расположен в центральной части Волгоградской области на правом берегу Волги, в устье реки Камышинки. Город основан в 1668 году. От областного центра расположен в 198 км. Площадь города составляет 117 км². Город разделен рекой на новую и старую часть.

Парк Строителей располагается в новой части города. Территория парка расположена в новой части города на северо-востоке. Объект находится в пределах 5 км от центра города.

Не останавливаясь подробно на климатических особенностях территории, отметим, что зона размещения парка располагается на спокойном рельефе. Территорию парка ограничивают две дороги — магистральная по ул. Некрасова и дорога местного значения по ул. Королева. Движение по магистральной улице — 4-полосное (по две полосы в каждом направлении), шириной по 3,5 м каждая. Улица Королева имеет две полосы. Движение автобусного транспорта осуществляется по магистральной ул. Некрасова.

Проводя технический анализ территории парка, сделан вывод, что большая часть дорожек парка, как и центральная аллея (60 % от общего количества), находится в работоспособном состоянии и пригодна для последующего использования при условии проведения ремонтно-восстановительных мероприятий. Аналогичная ситуация с зелеными насаждениями — большая часть (75 %) находится в удовлетворительном состоянии и пригодны к дальнейшему использованию при условии их «оздоровления». Оставшиеся 25 % озеленения целесообразно заменить породами деревьев и кустарников, устойчивыми к климатическим условиям г. Камышина (например, вяз мелколистный, сосна обыкновенная, клен серебристый, тополь канадский).

Анализ антропогенных факторов района проектирования

На территории района располагается завод по производству стеклотары, что может учитываться как осложняющий с экологической точки зрения фактор. Приоритетным видом загрязнения для данного производства является выброс в атмосферу вредных веществ, из которых 75...80 % — газообразные соединения. Основные виды загрязняющих веществ: оксид алюминия, карбонат натрия, оксиды серы, сульфат натрия и др.

На основе проведенного анализа можно сформировать ряд положений, обосновывающих целесообразность ревитализации парка:

1. На территории района проектирования нет ни одного парка, пригодного для отдыха людей. Жители микрорайона вынуждены ездить в центральный парк, который находится в другой части города.

2. Расположение парка в пределах 300 м от стеклотарного завода позволит улучшить показатели качества жизни населения района. Благоустройство парка в целом позволит как оказать положительное влияние на показатели микроклимата, так и снизить антропогенные факторы.

3. Техническое состояние парка Строителей можно считать неудовлетворительным для отдыха населения, что требует ряда организационно-технических мероприятий по формированию основных функциональных зон парка.

В рамках настоящей работы установлены следующие виды функциональных зон:

- 1) зона тихого отдыха;
- 2) спортивная зона;
- 3) зона площадок для детского отдыха;
- 4) зона общественного питания;
- 5) административно-бытовая зона;

- б) зона массовых мероприятий;
- 7) зона парковки автотранспорта.

Расчет вместимости парка Строителей выполнен с учетом проектной площади территории парка (60832,88 м²), следовательно, численность посетителей парка составит 780 чел. С учетом обозначенных к размещению функциональных зон, назначен перечень объектов, планируемых к размещению, предусмотрена парковка для временного хранения автотранспорта, запроектированы уличная сеть и проезды.

Проект планировки включает: озеленение и благоустройство, культурно-бытовое обслуживание; организацию уличной сети и проездов; архитектурно-планировочную организацию; вертикальную планировку участка, инженерные коммуникации и сети.

Малые архитектурные формы, предусмотренные к размещению, расположены на участках зеленых насаждений общего пользования, на специальных площадках. Для комфортного и уютного отдыха в парке предусмотрены следующие виды малых архитектурных форм: скамейки, теневые навесы, перголы, смотровые площадки, беседки, качели, искусственные водные сооружения и физкультурно-игровое оборудование.

По результатам оценки принятых в проекте ревитализации парка Строителей в г. Камышине Волгоградской области можно сделать вывод, что разработанные мероприятия целесообразны и технически осуществимы.

Библиографический список

1. Строительная климатология. Актуализированная редакция СНиП 23-01—99 : СП 131.133330.2012. М. : ОАО ЦПП, 2012. 113 с.
2. Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений. Актуализированная версия СНиП 2.07.01—89 : СП 42.13330.2016. М., 2016.
3. Свод правил. Внутренний водопровод и канализация зданий. Актуализированная редакция СНиП 2.04.01—85* : СП 30.13330.2012. М., 2012.
4. Организация строительства. Актуализированная редакция. СНиП 12-01—2004 : СП 48.133330.2011. М. : ОАО ЦПП, 2011. 25 с.

Д. В. Саранова, В. В. Сергеев, М. В. Глушихин, Р. Х. Курамшин

*Волгоградский государственный технический университет,
Волгоград, Российская Федерация*

ОСОБЕННОСТИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ФИЗИЧЕСКОГО ИЗНОСА ОБЪЕКТОВ КАПИТАЛЬНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА РАЗЛИЧНОГО ФУНКЦИОНАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ

Оценка действительного технического состояния объектов строительства зачастую связана с необходимостью установления степени физического износа как отдельных строительных конструкций, так и объекта в целом. Отдельным классом зданий и сооружений являются объекты производственного назначения. Рассмотрены особенности методик определения физического износа применительно к объектам производственного назначения.

Ключевые слова: физический износ, промышленные сооружения, оценка технического состояния.

В соответствии с положениями действующих нормативных документов к объектам капитального строительства отнесены здания, строения, сооружения (в том числе незавершенные строительством), за исключением объектов, считающихся некапитальными в рамках градостроительных регламентов, а также неотделимых улучшений участка застройки [1].

С точки зрения функционального назначения положениями [2] устанавливаются следующие типы объектов независимо от особенностей объемно-планировочных и конструктивных характеристик: производственные, непроизводственные и линейные.

Здания производственного назначения представляют собой достаточно простую для понимания категорию объектов, отличающуюся от гражданских зданий объемно-планировочным и конструктивным решением. В подавляющем большинстве случаев эти объекты с точки зрения несущих конструкций представляют собой каркас, реализуемый в различных материалах (металл, железобетон и др.).

Класс объектов, к которому относятся сооружения, представляют собой результат строительства, ориентированный на выполнение производственных процессов различного вида, хранения продукции, временного пребывания людей, перемещения людей и грузов. В соответствии с положениями [3] устанавливаются существенные признаки отнесения объектов строительства к сооружениям.

В силу того, что промышленные здания и сооружения относятся к объектам капитального строительства, к ним предъявляется полный перечень требований системы нормативного регулирования на различных стадиях жизненного цикла объекта. Не останавливаясь на вопросах проектирования объектов промышленного назначения, рассмотрим стадию их эксплуатации.

В соответствии с положениями [4, 5] объекты промышленного назначения подлежат систематической оценке их технического состояния. В положениях [4, 5] содержатся сроки проведения обследования объектов строительства, хотя в подавляющем большинстве случаев организации, эксплуатирующие промышленные сооружения, разрабатывают свои регламенты, устанавливающие сроки проведения технической экспертизы в зависимости от особенностей технологического процесса. В общем случае лица и организации, допускаемые к проведению обследования, должны соответствовать требованиям положений [4, 5], а для особо опасных, технически сложных и им подобных объектам предусмотрена экспертиза промышленной безопасности в соответствии с действующим законодательством.

Зачастую техническим заданием на проведение оценки технического состояния предусмотрено установление показателей физического износа как отдельных строительных конструкций (групп конструкций), так и объекта в целом. Физический износ здания представляет собой показатель степени ухудшения параметров механической безопасности и связанных с ними эксплуатационных показателей объекта. Выделяют устранимый и неустранимый виды физического износа. Первый вариант предусматривает возможность восстановления параметров механической безопасности и эксплуатационной пригодности до нормативных (проектных) значений за счет ремонтно-восстановительных и иных мероприятий, характеризуется экономической целесообразностью и положительным влиянием на дальнейшее увеличение стоимости объекта. Во втором случае объект строительства не подлежит восстановлению, а затраты на его восстановление экономически нецелесообразны.

Исходя из накопленного опыта в рассматриваемой области, можно проследить скорость и динамику нарастания показателей физического износа в течение периода эксплуатации объекта строительства. В течение первого этапа эксплуатации (период приработки), когда конструкции (объект) новые, скорость нарастания физического износа меньше, чем в третьем периоде (к концу срока службы), т. е. интенсивность нарастания износа увеличивается. На скорость развития физического износа влияют, в первую очередь, условия эксплуатации объекта, его конструктивные и объемно-планировочные особенности, объем и характер организационно-технологических мероприятий по поддержанию эксплуатационной пригодности объекта и др. С точки зрения физического износа отдельных строительных конструкций следует учитывать, что полное устранение физического износа достигается исключительно в сменяемых конструкциях. В несменяемых конструкциях физический износ устраняется частично за счет проведения ремонтно-восстановительных мероприятий.

Возникновение и нарастание показателей физического износа обусловлено как объективными причинами (деградация свойств материалов с течением времени), так и особенностями эксплуатации объекта. Численно показатель степени физического износа определяется в соответствии с известными методами.

Физический износ устанавливают на основании:

- 1) результатов оценки действительного технического состояния, в том числе по внешним признакам;
- 2) экспертной оценки остаточного срока службы;
- 3) результатов поверочных расчетов;
- 4) результатов детального обследования (инструментального контроля параметров механической безопасности) с установлением объема затрат на восстановление параметров эксплуатационной пригодности (при необходимости механической безопасности).

В основу установления параметров физического износа методом определения остаточного срока службы положена линейная зависимость между величиной физического износа здания и сроком его службы. Очевидно, что такой подход применим к объектам, чей фактический срок службы не превышает нормативного. Кроме того, этот метод не отражает реальных физических процессов, сопровождающих накопление физического износа строительных конструкций и объекта в целом. Исходя из этого, проведение технической экспертизы является практически единственным способом получения достоверных сведений для обоснования объективной оценки физического износа.

Кроме того, трудности при установлении величины физического износа промышленных зданий обусловлены отсутствием нормативных документов для такого класса объектов. Для гражданских зданий определение физического износа выполняется в соответствии с [6, 7]. Несмотря на то, что эти документы не включены даже в перечень нормативов, применяющихся на добровольной основе, они используются на практике достаточно широко, в том числе потому что являются обоснованием проводимых работ, в особенности при возникновении спорных ситуаций.

Физический износ всего объекта, в соответствии с положениями [6, 7], является интегральной характеристикой и устанавливается суммированием показателей физического износа отдельных конструкций и элементов в соответствии с их удельным весом в общей восстановительной стоимости объекта и выражается в процентах. В свою очередь, восстановительная стоимость здания определяется стоимостью его затрат, требующихся для воспроизведения в текущих ценах.

Таким образом, выбор методики определения физического износа существенно влияет на результат оценки остаточного ресурса объекта. Выбор методики расчета зависит от полноты сведений об объекте исследования, а также от возможности применения отдельных методов технической экспертизы, способов проведения натурных измерений.

В соответствии с вышеизложенным, можно сделать вывод о необходимости разработки нормативных документов в области определения физического износа промышленных объектов. Целесообразность такого подхода обусловлена как необходимостью формирования обоснованного перечня мероприятий по восстановлению эксплуатационной пригодности объекта или отдельных конструкций, так и для возможно более точного определения остаточного ресурса конструкций и объектов в целом.

Библиографический список

1. Градостроительный кодекс Российской Федерации от 29.12.2004 № 190-ФЗ (ред. от 25.12.2018). М., 2004.
2. О составе разделов проектной документации и требованиях к их содержанию : Постановление Правительства РФ от 16 февраля 2008 г. № 87.
3. Технический регламент о безопасности зданий и сооружений : Федеральный закон от 30 декабря 2009 г. № 384-ФЗ.
4. Правила обследования несущих строительных конструкций зданий и сооружений : СП 13-102—2003. М., 2003.
5. Здания и сооружения. Правила обследования и мониторинга технического состояния : ГОСТ 31937—2011. М., 2011.
6. Правила оценки физического износа жилых зданий : ВСН 53—86(р). М., 1986.
7. Положение об организации и проведении реконструкции, ремонта и технического обслуживания зданий, объектов коммунального и социально-культурного назначения : ВСН 58—88(р). М., 1988.

В. В. Сергеев, К. А. Артемов, Д. В. Саранова, Е. Н. Карпушко

*Волгоградский государственный технический университет,
Волгоград, Российская Федерация*

АНАЛИЗ НОРМАТИВНЫХ ДОКУМЕНТОВ В СФЕРЕ ОЦЕНКИ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ОБЪЕКТОВ СТРОИТЕЛЬСТВА

Отсутствие единых требований к проведению работ по оценке технического состояния объектов строительства, установленных в нормативно-правовых актах, зачастую приводит к спорным ситуациям. В целях установления противоречия в их отдельных положениях были определены рациональные направления совершенствования нормативно-технического регулирования в рассматриваемой области.

Ключевые слова: нормативно-техническая документация, техническое обследование объектов строительства, категории технического состояния.

Техническое обследование объектов строительства представляет собой специфический вид работ, направленный на обеспечение безопасной эксплуатации зданий и сооружений в соответствии с их функциональным назначением. Требования к видам выполняемых работ, лицам, проводящим оценку технического состояния объекта строительства, отчетным материалам, методам и средствам сбора информации об объекте исследования изложены в [1, 2]. В рамках актуализации системы нормативно-технического регулирования в сфере строительства отдельные нормативы перестают действовать, в значительное количество нормативно-правовых актов вносятся поправки и изменения, разрабатываются и вводятся новые стандарты, учитывающие как накопленный опыт, так современные достижения научно-технического прогресса в рассматриваемой области.

В настоящее время нормативно-правовые документы в области строительства категорированы по своему статусу в части применения на добровольной или обязательной основе. Нормативы, применяющиеся на обязательной основе, устанавливаются положениями [4]. Документы, используемые на основе добровольного применения, относятся к сфере применения [5]. Актуализация обязательного перечня проводится в соответствии с действующим законодательством не реже, чем раз в пять лет. Последняя редакция такого перечня изменила статус практически всех основных сводов правил и ГОСТ с обязательного применения на применение на добровольной основе. В том числе статус «применяемый на добровольной основе» получил и [1], являвшийся по сути единственным нормативом, устанавливающим единые правила проведения обследования для всех сторон-участников.

На данный момент действуют три нормативных акта, содержащие цели, принципы и требования к работам в области оценки технического состояния зданий и сооружений: ГОСТ 31937—2011, СП 13-102—2003 и

СП 454.1325800.2019 (разработанные для отдельной категории объектов капитального строительства — многоквартирных жилых домов). Целью настоящей работы является анализ этих документов и разработка рекомендаций по приведению в соответствие отдельных несогласованных положений, в них содержащихся.

Рассмотрим иерархический статус документов, регулирующих проведение технического обследования объектов строительства. Введенный в действие первым СП 13-102—2003 (далее СП 13-102) не включался ни в один из перечней (ни в добровольный, ни в обязательный), хотя документ является действующим, соответственно, его положения носят исключительно рекомендательный характер. ГОСТ 31937 (далее ГОСТ) и СП 454.1325800 (далее СП 454) на настоящий момент относятся к категории применяемых на добровольной основе, что формально уравнивает их статус. В свою очередь, значительная часть положений СП 454 содержит прямые ссылки на ГОСТ, что неочевидно устанавливает более высокий статус ГОСТ.

Одним из вопросов, подлежащих рассмотрению, является выбор организации, допускаемой к проведению работ по оценке технического состояния зданий (сооружений). Если в случае ГОСТ (п. 4.1) и СП 13-102 (п. 4.1) указаны прямые требования к организациям, проводящим оценку технического состояния объектов строительства, то в СП 454 такие требования не указаны, что дает возможность любому заинтересованному лицу проводить обследование и назначать категорию технического состояния объекта строительства.

Особое внимание уделим самим категориям технического состояния, установление которых является основной задачей технического обследования объекта строительства. СП 454 в принципе ориентирован на установление всего двух категорий технического состояния: ограниченно-работоспособного и аварийного, но определение и существенные признаки, по которым они устанавливаются, в документе отсутствуют, хотя указаны основные типы повреждений, по которым устанавливаются категории технического состояния (п. 4.2 [3]). В ГОСТ установлены четыре категории технического состояния: нормативное, работоспособное, ограниченно-работоспособное и аварийное технические состояния. В СП 13-102, помимо категорий, указанных в ГОСТ, присутствуют еще две дополнительные: исправное и недопустимое. Кроме того, существенным отличием между ГОСТ и СП 13-102 является наличие в ГОСТ требований к оценке состояния грунтов оснований, а также включение оценки состояния грунтов оснований во все термины, определяющие категории технического состояния.

На сегодняшний день, когда нормативные документы по оценке технического состояния объектов строительства являются действующими и применяются на добровольной основе, можно сделать вывод, что заказчик вправе выбрать как один, так и всю совокупность технических документов для обследования объектов строительства, находящихся у него в собственности либо в оперативном управлении. Такое решение заказчика приводит к усложнению восприятия и увеличению объема заключения по результатам

обследования и приводит к путанице при определении категории технического состояния. Кроме того, в ситуациях, когда исполнитель и заказчик являются сторонами спорной ситуации, подобный выбор может привести к решению спора в судебном порядке.

Очевидно, что целесообразной является разработка единого нормативного документа, который будет соответствовать современным стандартам строительства и эксплуатации, а также отказ от системы добровольного применения нормативно-технических документов в строительстве (установить для них статус «применяемый на обязательной основе») с целью минимизации количества спорных ситуаций, возникающих, в частности, при проведении технического обследования объектов строительства.

Библиографический список

1. Здания и сооружения. Правила обследования и мониторинга технического состояния : ГОСТ 31937—2011. М., 2011.

2. Правила обследования несущих строительных конструкций зданий и сооружений : СП 13-102—2003. М., 2003.

3. Здания жилые многоквартирные. Правила оценки аварийного и ограниченно-работоспособного технического состояния : СП 454.1325800.2019. М., 2019.

4. Об утверждении перечня национальных стандартов и сводов правил (частей таких стандартов и сводов правил), в результате применения которых на обязательной основе обеспечивается соблюдение требований Федерального закона «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений», и о признании утратившим силу постановления Правительства Российской Федерации от 4 июля 2020 г. № 985 (с изменениями на 20 мая 2022 года) : Постановление Правительства Российской Федерации от 28 мая 2021 года № 815.

5. Об утверждении перечня документов в области стандартизации, в результате применения которых на добровольной основе обеспечивается соблюдение требований Федерального закона от 30 декабря 2009 г. № 384-ФЗ «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений» : Приказ Министерства промышленности и торговли Российской Федерации, утв. Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 2 апреля 2020 года № 687.

А. О. Хатамов, О. А. Растяпина

*Волгоградский государственный технический университет,
Волгоград, Российская Федерация*

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРИНЦИПОВ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО ЗОНИРОВАНИЯ ТЕРРИТОРИЙ ДЕТСКИХ ОЗДОРОВИТЕЛЬНЫХ ЛАГЕРЕЙ

Представлены результаты теоретического анализа формирования и развития детских оздоровительных лагерей и определения их территориальной функциональной структуры. Проведен анализ функционального зонирования территории лагеря, с целью определения соответствия уровня развития и потребностей общества и их влияния на функциональную структуру территории лагеря. В процессе анализа был рассмотрен отечественный и зарубежный опыт формирования функциональной схемы детских оздоровительных лагерей. В результате авторами определены функциональные зоны универсального назначения и определены зоны специализированного назначения, для возможности специализации территориального пространства детских оздоровительных лагерей.

Ключевые слова: детский оздоровительный лагерь, планировка территории детского оздоровительного лагеря, функциональное зонирование территории.

История создания детских оздоровительных лагерей начинается с 1885 года, в период развития и пропаганды скаутовского движения. Первый летний лагерь для девочек был открыт в 1887 году. Наиболее активно организация детских лагерей проходила в период с 1916 по 1940 года. В соответствии с политическими, религиозными и социальными особенностями развития общества происходило развитие, формирование объемно-планировочного решения территории лагеря и благоустройство прилегающих территорий. Данный период развития детского оздоровительного отдыха характерен для всех государств. В качестве основных типов детских лагерей следует отметить: оздоровительные, научные, туристические, интернациональные.

Легендарный лагерь «Артек» был открыт в июне 1925 года [1]. Основное функциональное предназначение лагеря было лечение детей. Дети жили в брезентовых палатках. С 1927 года лагерь расширяет свое функциональное назначение, проводятся образовательные занятия. С 1928 года в лагере построены новые капитальные корпуса — лагерь становится круглогодичным. На сегодня Артек функционирует как международный детский центр. На территории современного центра можно выделить следующие функциональные зоны: административная, общественная, спортивная, жилая, образовательная, культурно-развлекательная. Развитие и строительство новых баз для отдыха и образования детей осуществляется вплоть до 1980-х годов. В этот период формируются стандарты не только воспитания детей в соответствии с социально-политическим развитием государства, но и четкое разделение на функциональные зоны территории детских лагерей.

В дальнейшие годы, в связи с пересмотром политического устройства нашего государства, создание и развитие детских оздоровительных лагерей прекратилось. К настоящему времени существующие нормативы проектирования детских оздоровительных лагерей устарели и зачастую не соответствуют научному и технологическому уровню развития и требованиям общества.

В современных условиях, учитывая тенденции развития общества, современные детские оздоровительные лагеря выполняют не только функции оздоровления и отдыха, но и организацию образовательного досуга детей, что требует соответствующего подхода к организации территории детского оздоровительного лагеря. К сожалению, большая часть лагерей, организованных по такому принципу не имеет собственной базы, как в примере с «Артеком», что вызывает необходимость формирования многофункциональной зоны на территории лагеря, адаптированной для разных видов деятельности. Имеющиеся территории и базы оздоровительных лагерей уже устарели и требуют мероприятий по реновации.

Другим важным аспектом является необходимость выполнения образовательных функций. Это требует организации соответствующих зданий, помещений, территорий, в пределах которых будет организовано образование с использованием современных технологий.

С момента появления первого лагеря оздоровления, обучения и длительного пребывания детей были разработаны нормативные стандарты и рекомендации по проектированию таких учреждений. К сожалению, в последние годы не пересматривались существующие стандарты по проектированию детских оздоровительных лагерей, несмотря на изменившиеся требования и уровни стандартов по организации детского досуга. Необходимо определение принципов, норм и стандартов проектирования и реновации детских оздоровительных лагерей.

Виды и структуры загородных учреждений отдыха постоянно развиваются. Детские лагеря отдыха были и остаются самым массовым типом детских учреждений отдыха, и как форма организации детского отдыха стабильно пользуется популярностью на протяжении XX века во многих странах мира. На сегодняшний день по своему количеству, техническому состоянию и благоустройству многие из них не обеспечивают необходимой обстановки для осуществления эффективного отдыха и воспитания детей.

Таким образом, необходимо определение принципов проектирование территории детских оздоровительных лагерей и формирование основ реновации территории существующих детских оздоровительных лагерей в соответствии с современными социально-политическими и техническими потребностями общества. Также следует учитывать необходимость организации не только летнего отдыха детей на территории лагеря, но и возможность круглогодичной эксплуатации, что позволит сделать лагерь более экономически эффективным.

Анализ функционального зонирования территорий зарубежных и отечественных детских центров долговременного пребывания детей позволил

выявить следующие функциональные зоны: жилая, рабочая, спортивная, хозяйственно-техническая. В жилой зоне размещены спальные корпуса и места для общего сбора. В рабочей зоне сконцентрированы помещения и участки территории для повседневной трудовой деятельности.

Анализируя историю формирования детских оздоровительных лагерей, было установлено, что функциональное зонирование территории детских оздоровительных лагерей необходимо производить на основании функционального предназначения детского лагеря. Учитывая современные требования общества, необходимо формирование многофункциональных лагерей для детского отдыха, образования, воспитания и лечения (реабилитации) [2, 3]. Таким образом, в качестве основных функций детских лагерей следует отметить: спортивно-оздоровительные, образовательные, творческие. При этом возможна организация специализированного отдыха, с учетом выполнения туристических, религиозных, научных, языковых, военно-патриотических функций [4]. Именно специализированные функции требуют организации мобильного и трансформируемого пространства. Соответственно, требуется организация многофункционального специализированного пространства в рамках общей планировочной схемы территории детского оздоровительного лагеря. Для обеспечения многофункционального пространства следует формировать мобильные функциональные зоны. Но в условиях капитального строительства и с учетом требований благоустройства территорий этого достичь достаточно сложно.

Авторы предлагают определение необходимых функциональных зон, которые будут обеспечивать основной досуг отдыхающих, наполненный мобильными, трансформируемыми сооружениями, способными удовлетворять различные потребности при организации детского досуга.

В качестве основных функциональных зон определены жилая, административная, общественная и рекреационная зоны. Жилая зона должна включать жилые комплексы и точки питания. Административная зона включает размещение администрации детского оздоровительного лагеря, медицинские пункты, хозяйственные объекты. Общественная зона включает размещение сооружений и объектов, предназначенных для проведения общелагерных мероприятий. К этой группе следует отнести: сцены, плацы, площадки для массовых мероприятий, актовые и театральные здания. Рекреационная зона, учитывая не только эстетические, но и оздоравливающие функции зеленых насаждений, должна занимать не менее 50 % территории. Такая зона должна определяться не только на территории лагеря, но и на прилегающей территории. На прилегающей территории необходима организация туристических маршрутов [5]. Это будет не только способствовать развитию спортивных навыков у детей, но и выполнять образовательные и оздоровительные функции. Соответственно, требуется выработка стандартов, формирующих длительность маршрута, определение параметров безопасности и оптимальной комфортности пеших туристических походов детей с целью обеспечения инженерными сооружениями маршрутов [6].

Формирование стандартизированного функционального зонирования и определение насыщенности этих зон различными малыми архитектурными формами и необходимыми инженерными сооружениями будет способствовать разработке четкого алгоритма реновации устаревших территорий детских оздоровительных лагерей и выработке новых проектных решений, с учетом современного уровня развития общества и организации эффективного и безопасного досуга детей.

Библиографический список

1. Многофункциональный детский центра «Артек» : официальный сайт. URL: <https://artek.org/ob-arteke/istoriya/> (дата обращения: 01.11.2022).
2. *Хайдаров Д. У.* Организация физкультурно-оздоровительной деятельности в детских оздоровительных лагерях (на примере Всероссийского детского центра «Орленок») // Физическая культура. Спорт. Туризм. Двигательная рекреация. 2019. Т. 4. № 2. С. 161—167
3. *Курносова М. Г.* Духовно-нравственное воспитание личности в детском оздоровительном лагере // Наука и современность. 2014. № 32-2. С. 16—20.
4. *Костина А. А., Мельникова Л. А.* Особенности организации системы профильных смен в российских и зарубежных детских оздоровительных лагерях: опыт сравнительного анализа // Международный журнал экономики и образования. 2019. Т. 5. № 3. С. 23—35.
5. *Щелокова Т. Н., Глаголева Д. А., Серов А. В.* Детский оздоровительный лагерь как место детского отдыха и туризма // Архитектура и современные информационные технологии. 2022. № 2(59). С. 96—110.
6. *Михалева Е. С., Чернякова О. Г., Мусралиева С. Г.* Обеспечение детской безопасности в детских оздоровительных лагерях // Педагогическое образование. 2021. Т. 2. № 4. С. 5—11.

В. Д. Чеснокова, М. Д. Журбенко, О. Г. Чеснокова

*Волгоградской государственной технической университет,
Волгоград, Российская Федерация*

ДИНАМИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕПЛО- И ВЛАГОПЕРЕНОСА В ПРОГРАММЕ WUFI-ORNL/IBP

В статье рассматривается программа WUFI-ORNL/IBP — это программа для ПК, созданная Национальной лабораторией Фраунгофера (IBP) в Германии. Она позволяет реалистично рассчитать одномерный перенос тепла и влаги в многослойных конструкциях здания, подвергающихся воздействию естественных погодных условий. Программа основана на новейших данных о диффузии пара и переносе жидкости в строительных материалах и подтверждена сравнением с измерениями, полученными в лаборатории и на открытых испытательных полигонах.

Ключевые слова: теплозащита, теплотехнические характеристики ограждающих конструкций, энергосбережение.

WUFI — Национальная лаборатория (ORNL)/Институт строительной физики им. Фраунгофера (IBP) — это управляемая с помощью меню программа для ПК, которая позволяет реалистично рассчитывать переходный одномерный перенос тепла и влаги в многослойных компонентах здания, подвергающихся воздействию естественных погодных условий [1]. WUFI-ORNL/IBP основан на новейших открытиях в области диффузии пара и переноса жидкости в строительных материалах [2]. Базовая модель программы проверена более 20 лет назад.

Помимо тепловых свойств строительных конструкций и их влияния на потери тепла, необходимо также учитывать их гигроскопические характеристики [3]. Постоянно повышенное содержание влаги в конструкциях и деталях здания может привести к повреждениям их от влаги. Повышенный уровень поверхностной влажности в жилых помещениях может привести к проблемам с гигиеной и риску для здоровья из-за роста плесени [4].

Кроме того, тепловые и гигроскопические свойства строительных конструкций тесно взаимосвязаны, а повышенное содержание влаги способствует потерям тепла. Тепловая ситуация влияет на перенос влаги. Следовательно, и то и другое должно быть исследовано вместе в их взаимозависимости; область исследований тепло- и влагопереноса занимается этими проблемами [5].

Метод точки росы был распространенным методом оценки баланса влажности компонента здания путем учета диффузионного переноса пара внутри его. Однако этот метод не описывает капиллярного переноса влаги в компоненте, ни его сорбционной способности, что снижает риск повреждения конструкций здания в случае образования конденсата. Кроме того, поскольку этот метод рассматривает стационарный перенос только при сильно упрощенных граничных условиях, он не может воспроизводить отдельные

краткосрочные события или учитывать дождь и солнечную радиацию. Он предназначен лишь для обеспечения общей оценки гидротермической пригодности конструкции.

Программа WUFI-ORNL/IBP, разработанная Хольцкирхенским отделением Института строительной физики им. Фраунгофера (IBP) и ORNL, проверяет данные, полученные в результате наружных и лабораторных испытаний, и позволяет реалистично рассчитать переходное гидротермическое поведение многослойных строительных конструкций, подвергающихся воздействию естественного климата [6].

WUFI-ORNL/IBP основан на новейших открытиях в области диффузии пара и переноса жидкости в строительных материалах. WUFI-ORNL/IBP требует только стандартных свойств материала и легко определяемых функций накопления влаги и транспортировки жидкости.

WUFI-ORNL/IBP может использовать измеренные данные о погоде, включая проливной дождь и солнечную радиацию, в качестве граничных условий, что позволяет проводить реалистичные исследования поведения компонента при воздействии естественной погоды [7].

WUFI-ORNL/IBP можно использовать для оценки:

- 1) времени высыхания кирпичной кладки с попавшей строительной влагой;
- 2) опасности конденсации внутри пор материала;
- 3) влияния косого дождя на внешние компоненты здания;
- 4) эффекта ремонтно-восстановительных мероприятий;
- 5) гидротермических характеристик кровельных и стеновых конструкций при предполагаемой эксплуатации или в различных климатических зонах [8].

WUFI-ORNL/IBP — это инструмент для разработки и оптимизации строительных материалов и конструкций.

WUFI-ORNL/IBP адресован производителям строительных материалов, консультантам, проектировщикам, конструкторским бюро и специалистам в области расчетов тепло-влажностного режима ограждающих конструкций. WUFI-ORNL/IBP может использоваться в качестве учебного пособия или инструмента из-за возможности наглядного представления и яркой визуализации результатов расчета.

Применение WUFI-ORNL/IBP требует опыта в области расчетов тепло-влажностного режима ограждающих конструкций и некоторых базовых знаний в использовании методов численного расчета [5].

Практикующие ученые постоянно проводят лабораторные и полевые испытания для оценки теплового и влажностного режима строительных материалов и конструкций. Эти эксперименты, как правило, длительны и дороги, поэтому можно исследовать лишь небольшое количество вариантов. Подходящий метод моделирования может заменить некоторые из этих экспериментов. Расчетный метод можно использовать для проверки вариантов после проверки и калибровки экспериментальным путем [5].

При натуральных испытаниях здания наружные теплоизоляционные композитные системы с утеплителем из пенополистирола (EPS) и минеральной ваты (MW) были запроектированы на стенах из силикатного кирпича, обращенным на запад (исходное содержание воды 10 %). За высыханием стены следили в течение трех лет путем гравиметрического испытания проб бурения. Параллельно производилось моделирование эксперимента путем расчета WUFI-ORNL/IBP следующим образом: отдельные слои конструкции и их соответствующая толщина вводятся в таблицу программы. Затем конструкция делится на числовые элементы сетки, ширина которых выбирается в соответствии с изменениями температуры и влажности, ожидаемыми для соответствующего местоположения. Определение сетки вручную осуществляется путем ввода желаемого количества элементов сетки на слой и коэффициента расширения, который описывает соотношение размеров последовательных элементов сетки. Максимальные градиенты температуры и влажности наиболее ожидаемы вблизи границ слоев. Разделение слоя на два слоя позволяет сетке расширяться, а затем сжиматься внутри слоя материала. Опционально WUFI-ORNL/IBP создает автоматическую сетку (грубую, среднюю или мелкую), которая подходит для большинства приложений.

Данные о тепловлажностных свойствах материала для каждого слоя можно прочитать из базы данных WUFI-ORNL/IBP. Как минимум для WUFI-ORNL/IBP требуются объемная плотность, пористость, удельная теплоемкость, теплопроводность (сухой) и коэффициент сопротивления диффузии (сухой). В зависимости от объекта и цели расчета могут быть использованы дополнительные данные: функция накопления влаги, коэффициенты переноса жидкости на всасывание и перераспределение, зависящая от влажности и температуры теплопроводность, зависящий от влажности коэффициент сопротивления диффузии и т. д.

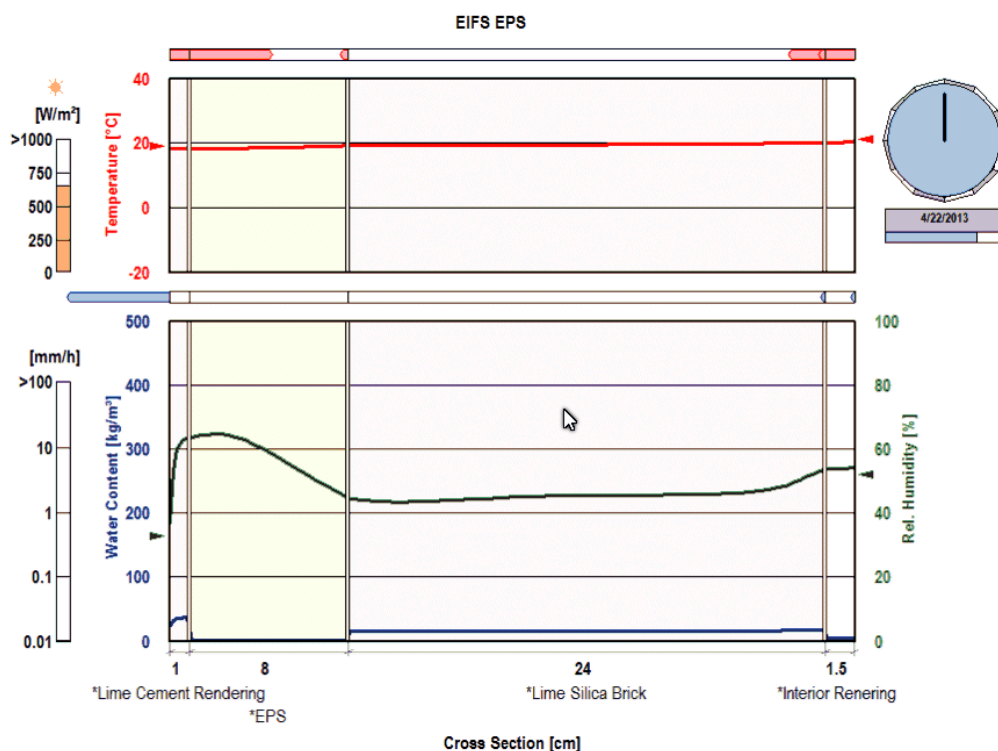
Граничными условиями, действующими на элемент здания, являются температура и относительная влажность внутреннего и наружного воздуха, а также дождевая и радиационная нагрузки, зависящие как от наклона, так и ориентации элемента здания. Эти данные могут быть получены из базы данных.

Дополнительные климатические данные в расчете могут быть выбраны по усмотрению пользователя; для большинства случаев подходят часовые значения.

После ввода нескольких оставшихся данных, таких как коэффициенты теплоотдачи поверхности, начальные условия и т. д., можно начать расчет. Затем WUFI-ORNL/IBP вычисляет кривую изменения температуры и поля влажности в материалах. Как правило, расчет, охватывающий один год с шагом в один час, занимает менее одной минуты.

WUFI-ORNL/IBP предлагает экспериментально проверенные значения по умолчанию в отдельной базе данных материалов.

Во время расчета WUFI-ORNL/IBP дополнительно отображает вновь вычисленные поля температуры и влажности после каждого шага, позволяя наблюдать за процессами в компоненте в виде фильма (рис.).



Видео, показывающее динамическое распределение влаги и тепла в исследуемой конструкции

Этот пленочный дисплей, конечно, несколько медленнее, но без пленки придется производить длительные вычисления; с другой стороны, возможно сразу увидеть, соответствует ли тестовый расчет или исследование параметров ожиданиям проектировщиков, и при необходимости остановить расчет и внести в него необходимые корректировки. Направление и величина потоков тепла и влаги по внутренней и внешней поверхности, а также по внутренним границам раздела материалов указаны в интерфейсе программы соответствующими стрелками.

После расчета результаты, сохраненные в итоговом файле, доступны для отображения и анализа. WUFI-ORNL/IBP позволяет отображать кривые курсов во времени и профили поперечного сечения в виде графиков, сравнивать их с измеренными данными, редактировать и распечатывать их. Также возможно просматривать графики климатических данных. Можно посмотреть фильм уже после проведенного расчета; экспортировать его в необходимую папку. При необходимости обработать результаты можно самостоятельно, экспортировав их в файлы ASCII.

Для всего моделируемого промежутка времени WUFI-ORNL/IBP создает отрезки, которые описывают временное поведение следующих величин: плотности теплового потока через внутреннюю и внешнюю поверхность, соответственно, температуры и относительной влажности в произвольном количестве, среднее содержание влаги в каждом материале и общее содержание влаги во всем строительном элементе. Диаграмма показывает результирующие изменения содержания влаги, усредненные по поперечному сечению кладки из силикатного кирпича, и сравнивает их со значениями,

измеренными при реальных экспериментах. Стене с минераловатным утеплением требуется чуть больше года, чтобы достичь нормальной равновесной влажности 2,5 %, а стене с изоляцией EPS — два с половиной года.

Кроме того, для выбранных пользователем моментов времени WUFI-ORNL/IBP предоставляет профили, которые показывают распределение следующих величин по компоненту: температура, относительная влажность, содержание влаги. На диаграмме показано сравнение между измеренным и рассчитанным профилями влажности для четырех различных моментов времени. Очевидно, что хорошее соответствие между измерениями и расчетами может быть достигнуто как для изоляции из пенополистирола, так и для изоляции минераловатными плитами. Полученная в результате расчета форма профиля влажности указывает на то, что в случае изоляции EPS большая часть первоначальной влаги высыхает в сторону помещения, тогда как внешняя изоляция с более проницаемой минеральной ватой также допускает значительное высыхание снаружи, что приводит к более быстрому общему высыханию всей исследуемой конструкции.

Библиографический список

1. WUFI® Pro 6 — Program Tour. URL: <https://wufi.de/en/>.
2. Чеснокова В. Д., Журбенко М. Д., Чеснокова О. Г. Семейство программ WUFI для динамического моделирования тепло- и влагопереноса // Актуальные проблемы и перспективы развития строительного комплекса : сборник трудов Международной научно-практической конференции, в 2 ч., Волгоград, 07—08 декабря 2021 года. Ч. 1. Волгоград : Волгоградский государственный технический университет (ВолГТУ), 2021. С. 228—235.
3. *Künzel H. M., Kiessl K.* Calculation of heat and moisture transfer in exposed building components [Расчет переноса тепла и влаги в незащищенных строительных материалах] // *International Journal of Heat and Mass. Transfer*, 1997. № 1. Vol. 40. Pp. 159—167.
4. *Жарков А. Ф., Чеснокова О. Г.* Расчет влияния температурно-влажностного воздействия на панели АСС «Элевит» // *Вестник Волгогр. гос. архит.-строит. ун-та. Сер.: Стр-во и архит.* 2014. Вып. 35(54). С. 90—98.
5. Динамическое моделирование процесса тепловлагопереноса в многослойных ограждениях / С. В. Корниенко, О. Г. Чеснокова, В. Д. Чеснокова и др. // *Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Строительство и архитектура.* 2021. № 4(85). С. 29—40.
6. *Binder A., Zirkelbach, D., Künzel H. M.* Test method to quantify the wicking properties of insulation materials designed to prevent interstitial condensation [Метод испытаний для количественной оценки влагоотводящих свойств изоляционных материалов, предназначенных для предотвращения образования конденсата между слоями] // *In Proceedings of Building XI Conference on Clearwater Beach.* December 5—9, 2010. ASHRAE publication Atlanta. 12 p.
7. *Kehrer M., Künzel, H. M., Sedlbauer K.* Ecological insulation materials—does sorption moisture affect their insulation performance? [Экологические изоляционные материалы — влияет ли сорбционная влага на их изоляционные характеристики?] // *Journal of Thermal Envelope Building Science*, 2003. № 26(3). Pp. 207—212.
8. *Künzel H. M.* Simultaneous heat and moisture transport in building components. One- and two-dimensional calculation using simple parameters. [Одновременный перенос тепла и влаги в компонентах здания. Одно- и двумерный расчет с использованием простых параметров]. Dissertation University of Stuttgart 1994, English publication IRB-Verlag Stuttgart. URL: http://www.publica.fraunhofer.de/eprints/urn_nbn_de_0011-px-566563.pdf.

В. Д. Чеснокова, М. Д. Журбенко, О. Г. Чеснокова

*Волгоградский государственный технический университет,
Волгоград, Российская Федерация*

МОДЕРНИЗАЦИЯ ГОРОДСКОГО КЛАДБИЩА КАК ЕДИНИЦЫ В СТРУКТУРЕ ГОРОДСКИХ ОБЩЕСТВЕННЫХ ПРОСТРАНСТВ

Рассматриваются вопросы модернизации городских кладбищенских комплексов. Анализируются основные этапы их формирования и развития. Предлагаются меры по систематизации, усовершенствованию структуры и организации городских кладбищ, цифровизации и актуализации современного кладбища как единицы в структуре городских общественных пространств.

Ключевые слова: кладбище, общественное пространство, система захоронения, некрополь, многоуровневое кладбище, модульная система захоронения, цифровой реестр захоронений.

Кладбища — это градостроительный комплекс или объект, содержащий места (территории) для погребения умерших или их праха после кремации.

В России наиболее распространенный способ захоронения — это традиционные кладбища, лишь 10 % в больших городах, а в столичных 30...40 % составляет доля кремаций. Кладбище выражает идею исторической преемственности и связи поколений. Старые кладбища являются частью историко-культурного наследия, по мнению Д. С. Лихачева, это ценная часть городской архитектуры.

Причины появления кладбищ в историческом контексте:

- строительство городов и появление иных многолюдных селений;
- появление законов захоронения;
- эпидемии и последующие мероприятия по защите населения от распространения болезней;
- внедрения санитарно-гигиенических требований;
- культурные и религиозные традиции.

Актуальные вопросы и проблемы, возникающие в последнее время:

- недостаточность территорий под традиционные захоронения;
- неполный учет и контроль захоронений;
- недостаточно быстрая навигация;
- недостаточное благоустройство;
- отсутствие современных норм для комплексного проектирования кладбищенских комплексов с современным уровнем зданий и сооружений, используемых для захоронений;
- недостаточный санитарный контроль.

Правила захоронений формировались на протяжении многих веков. Основными критериями и правилами служили требования соблюдения религиозных, санитарно-гигиенических, законодательных норм.

1. Религиозные нормы — традиционно православные, католические, мусульманские или еврейские кладбища имеют четкие отличия, основанные на религиозных традициях.

2. Санитарно-гигиенические нормы — захоронения умерших в пределах границ отведенной территории выполняют важную санитарно-гигиеническую функцию.

Санитарные требования к современным городским кладбищам:

1) длина могилы должна быть не менее 2 м, ширина — 1 м, глубина — 1,5 м с учетом местных почвенно-климатических условий;

2) при захоронении умерших детей размеры могил могут быть соответственно уменьшены;

3) от дна могилы до уровня стояния грунтовых вод должно быть не менее 0,5 м;

4) при размещении захоронения должны быть учтены все нормы, обозначенные в СанПиН 2.1.2882—11 «Гигиенические требования к размещению, устройству и содержанию кладбищ, зданий и сооружений похоронного назначения»;

5) размещение, расширение и реконструкция кладбищ, зданий, сооружений, помещений похоронного назначения осуществляются в соответствии с законодательством в области градостроительной деятельности и санитарными правилами и нормативами;

б) не разрешается размещать кладбища на территориях:

- первого и второго поясов зон санитарной охраны источников централизованного водоснабжения и минеральных источников;

- первой зоны санитарной охраны курортов;

- с выходом на поверхность закарстованных, сильнотрещиноватых пород и в местах выклинивания водоносных горизонтов;

- со стоянием грунтовых вод менее двух метров от поверхности земли при наиболее высоком их стоянии, а также на затапливаемых, подверженных оползням и обвалам, заболоченных;

- на берегах озер, рек и других открытых водоемов, используемых населением для хозяйственно-бытовых нужд, купания и культурно-оздоровительных целей.

3. Законодательные требования:

- запрет на использование опустевших кладбищ под пашню;

- запрет на строения на кладбищах;

- запрет на перенесение, без особого дозволения, с закрытого кладбища гробов и мертвых тел;

- кладбища не могут состоять в частной собственности;

- те из них, которые устраиваются на общественной земле, не перестают быть собственностью общества, городского или сельского, хотя в административном отношении и подлежат ведению духовного начальства;

- общество не может претендовать на хозяйственную эксплуатацию опустевшего кладбища, но, с другой стороны, и духовное начальство может пользоваться кладбищем лишь согласно его назначению;

- лицо, откупившее место на кладбище, не приобретает его на правах собственности, а получает лишь исключительное право пользоваться этим местом для погребения;

- способ подготовки останков.

Предание тел умерших земле может иметь некоторые затруднения в крупных и крупнейших городах, в связи с отсутствием приемлемых земельных территорий.

Организация новых кладбищ требует больших экономических и территориальных затрат. При этом очевидно, что развитие должно быть направлено на уплотнение существующих захоронений, разработки методов многоуровневых модульных захоронений, более активного использования кремации с последующим использованием уплотненных ячеистых структур для размещения саркофагов и урн.

Данные нововведения потребуют разработки конструктивных и технологических решений многоуровневых ячеистых структур, расположенных по определенным градостроительным и структурным законам.

Модульные системы захоронений позволят надстраивать и расширять, тем самым уплотняя, блоки для захоронений. Использование вертикальных структур позволяет значительно сократить территорию земельного участка кладбища. Полученное многоуровневое сооружение позволит создать многократно повторяющиеся модульные сооружения, образующие ряды с проходными коридорами для упрощения навигации и поиска требуемого участка. Заглубленные под землю модули должны иметь проходные коридоры с эвакуационными выходами наружу в верхний уровень кладбища [1].

Данные модульные системы захоронений должны в едином стиле быть объединены улицами с единой системой благоустройства для перемещения пешеходов и необходимого транспорта.

Доминантными сооружениями в комплексе из склепов может быть культовое сооружение или крематорий.

Увеличение плотности захоронений, упрощение обслуживания, сокращение протяженности кладбищенских коммуникаций должно привести к итоговому уменьшению стоимости захоронения. Разница в стоимости может быть значительно снижена в зависимости от уровня захоронения, дальности его по отношению к основным магистральным проездам, величины индивидуального отсека, надстройки персонального склепа и т. п.

Одна из проблем, возникающих при организации кладбищенской среды, — это поиск конкретной могилы на крупном кладбище. Назревает вопрос о цифровизации учета, распределения и поиска конкретного захоронения. Для этого необходимо создание единого общероссийского цифрового реестра. Необходимо создать единую программу для поиска любого умершего человека и его могилы на территории конкретного кладбища в любом городе на территории России.

Поиск в такой программе может осуществляться по определенным критериям: по фамилии, имени и отчеству, по дате рождения и смерти,

принадлежности к определенной религиозной конфессии, территориальному принципу, временному отрезку, системе объединенных критериев и т. п.

Данное технологическое решение позволит людям из другого региона или страны осуществить поиск своего родственника или знакомого. Возможно введение дополнительных услуг. Например, пользователь программы мог бы удаленно профинансировать ремонт или длительный уход за захоронением. Кроме того, возможно введение индивидуального сопровождения посетителя, нуждающегося в помощи (инвалида, пожилого человека и т. п.) сотрудником кладбища с возможностью быстрого поиска необходимой могилы.

Особое внимание необходимо уделить визуальному восприятию кладбищенских комплексов. Визуальная среда на территории кладбищ должна соответствовать тематике, создавать атмосферу уважения к усопшим и не вызывать противоречивых эмоций.

Кладбища должны быть озеленены, зеленые насаждения должны быть подобраны с учетом климатических требований, эстетических, культурных и религиозных представлений. При озеленении должны быть использованы правила единообразия. Весь комплекс необходимо структурировать типовыми породами деревьев и кустарников, создающими единую визуальную среду. Природное разнообразие должно встречаться в вариантных решениях, не подавляя и не нарушая единый стиль озеленения и комплексного благоустройства.

Комфортность условий пребывания заключается в доступности во времени, пространстве, безопасности, структурированности территории кладбища [2].

Кладбища могут использоваться как инструмент сохранения историко-архитектурных, национальных и религиозных традиций.

Некрополи с захоронениями известных людей, исторических личностей, солдатскими и братскими могилами являются своеобразными музеями, выполняющими культурно-историческую функцию [2].

Известной мировой тенденцией является вовлечение городских кладбищ в общественное пространство. Создание на базе исторических кладбищ туристических маршрутов по некрополям города описано в работе [3].

Таким образом, современное состояние кладбищенских комплексов на территории страны не удовлетворяет современным требованиям и нуждается в реорганизации и введении современных научных и технологических разработок.

Библиографический список

1. Селюнина Е. В. Устройство многоуровневого кладбища : патент на полезную модель № 96155 U1 Российская Федерация, МПК E04H 13/00. № 2010103177/22 ; заявл. 01.02.2010 ; опубл. 20.07.2010.

2. Сафина Г. Р., Удалов Н. В. Кладбища как новое общественное пространство (на примере Арского кладбища г. Казани) // Естественно-научные исследования в Чувашии. 2021. № 7. С. 115—125.

3. Ильясова Г. К., Быков Н. И. Кладбища как элемент планировочной структуры населенных пунктов: индикаторные возможности и современные проблемы планирования // Известия Алтайского государственного университета. 2013. № 3-2(79). С. 156—161.

И. В. Шевчук, Н. Н. Антонова, П. П. Олейников

*Волгоградский государственный технический университет,
Волгоград, Российская Федерация*

АКТУАЛИЗАЦИЯ ВОПРОСА СОЗДАНИЯ МУЗЕЙНОГО ПРОСТРАНСТВА В СТРУКТУРЕ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ (НА ПРИМЕРЕ ИАИС ВОЛГГТУ)

Рассмотрен современный подход к созданию музейного пространства с точки зрения интеграции музея и высшей школы. Изучены основные научные труды и нормативно-рекомендательные документы по созданию музейного пространства. Обозначены ключевые этапы становления и развития музеев в высших учебных заведениях. Выявлены определяющие направления музеев при вузах. Проанализированы отечественные и зарубежные архитектурно-конструктивные, объемно-планировочные и функциональные особенности создания музеев. Описан музейный комплекс Института архитектуры и строительства «Волгоградский государственный технический университет» (ИАИС ВолгГТУ). На основании проведенных исследований был разработан эскизный проект нового музейного пространства, посвященный истории и традициям вуза, для сохранения и приумножения нравственных, культурных, научных и спортивных достижений студенческой молодежи, а также формированию активной гражданской позиции студенчества.

Ключевые слова: музейное пространство, высшее учебное заведение, культурно-образовательная деятельность, музейная экспозиция.

Музеи являются неотделимой частью образовательного процесса университета. Они обладают уникальным историческим наследием, сохраняют материальные свидетельства социального опыта поколений, транслируют культурные эталоны. Студент за счет общения с экспонатами музея развивает эмоционально-чувственную сторону личности и формирует активную гражданскую позицию, что менее возможно в рационально обустроенной образовательной среде вузов. Однако в настоящее время музейные экспозиции вузов во многом не соответствуют современным требованиям и тенденциям в музейной архитектуре, что определяет актуальность выбранной темы.

Цель исследования — разработка модели музейного пространства в структуре университета (на примере ИАИС ВолгГТУ).

Для достижения поставленной цели были определены следующие задачи:

- 1) изучение ключевых этапов развития музеев в высших учебных заведениях;
- 2) выявление научно обоснованных принципов проектирования музейных пространств;
- 3) анализ отечественных и зарубежных особенностей создания музеев;
- 4) выявление основных направлений музеев при вузах;
- 5) предложение функциональных, архитектурно-конструктивных, объемно-планировочных и дизайнерских решений.

Объектом исследования являются музеи высших учебных заведений.

Анализ научных трудов позволил сделать вывод о наличии целого ряда работ, посвященных музеям в высших учебных заведениях. Теоретическую основу исследования составили работы О. В. Ченцовой [1—3], В. В. Панова [4], А. И. Бондаревской [5], Л. З. Боголеповой [6], С. О. Каюкова [7].

История возникновения и развития музеев в системе высшего образования отражена в трудах М. И. Бурлыкиной [8] и Г. Р. Назиповой [9].

Идеи интеграции музейных пространств и образовательной среды представлены в работах Б. А. Столярова [10], М. Ю. Юхневич [11], Г. Ф. Мельниковой [12], Е. В. Саяпаровой [13] и А. В. Киселевой [14].

Деятельность университетских музеев, их роль и значение в развитии образования активно изучаются зарубежными учеными. Среди них можно выделить работы Х. П. Лоренте [15] и Б. М. К. Карриона [16].

Музеи в структуре высших учебных заведений в России начали формироваться в XVIII в. Они представляли собой кабинеты редкостей, необходимые для наглядности образовательного процесса и обеспечения научно-исследовательской функции. В них находились собрания приборов и моделей, ботанические, минералогические, археологические предметы, произведения искусства.

Первый музей при вузе — кабинет натуральной истории Московского университета, основанный в 1755 г. В нем были представлены минералы, образцы почв, раковины, куриозитеты.

К началу XIX в. все российские университеты имели музеи. Коллекции музеев носили смешанный характер, включая предметы по биологии, нумизматике, геологии, искусству и т. д.

В 1830—1850-е гг. дифференциация научного знания привела к разделению университетских музеев на гуманитарные и музеи естественных наук. С развитием новых научных дисциплин появлялись соответствующие университетские музеи: палеонтологические, этнографические, антропологические, географические, социальные и др. Значительное влияние на создание и деятельность университетских музеев оказывала университетская профессура.

В начале XX в. музеям уделяется больше внимания — расширяются фонды, увеличивается финансирование, ведется деятельность по их популяризации. Появляются персонифицированные музеи.

В конце 1920-х гг. в связи с тяжелым экономическим положением и внедрением новой идеологии в стране появилась угроза расформирования музеев при вузах. Однако в 1932 г. выходит постановление ЦИК СССР по музейному делу в стране, на основании которого музейные коллекции активно участвуют в образовательном процессе.

В 1970-х годах появляются привузовские музеи разных специализаций: исторические, естественно-научные, мемориальные, литературные, художественные. К концу XX—началу XXI в. отмечается бурное развитие музеев истории высших учебных заведений, часто создаваемых на базе мемориальных комнат, кафедральных музеев, комнат боевой и трудовой славы.

В 1990-е годы у музеев высших учебных заведений сокращается финансирование, и только сейчас государство вновь начинает обращать на них внимание. В связи с этим возрастает важность изучения современных принципов проектирования музейных пространств.

Основной принцип проектирования музеев в целом и музеев при вузах в частности — универсальность, где экспозиция играет ведущую роль, а интерьер — фон. Другой, не менее важный принцип — единство научной структуры и художественной концепции. Также нужна последовательность и очередность посещения всей экспозиции. Для этого:

1) выявляют центры выставки и основные экспонаты;

2) выделяют связи между остальными предметами экспозиции;

3) создают рекреационные пространства вокруг важных предметов выставки, чтобы перевести на них внимание;

4) разделяют главный и второстепенный план.

Следует обращать внимание на территориальное расположение музеев в структуре вуза, освещение экспозиции, шрифт информационных стендов. При проектировании музейного пространства необходимо закладывать перспективные варианты расширения здания музея с увеличением экспозиции.

Рассмотрим музейные пространства в структуре высших учебных заведений на примере музея ИАиС ВолгГТУ (рис. 1, 2).

В настоящее время на территории ИАиС ВолгГТУ функционирует только один музей — музей архитектуры Царицына — Сталинграда — Волгограда. Экспозиция музея состоит из трех залов: «Царицын», «Сталинград» и «Волгоград». В зале «Царицын»



Рис. 1. Музей архитектуры Царицына — Сталинграда — Волгограда (ИАиС ВолгГТУ)

интерьеры выполнены в духе древнего города, а подлинные вещи тех времен дополняют атмосферу старины. В этом зале хранятся уникальные артефакты: керамическая расписная подставка от торгового дома купца Ивана Рысина, канализационные царицынские люки, колокола Крестовоздвиженского храма, кирпичи собора Александра Невского. Здесь же представлены макеты царицынской крепости, первого кирпичного здания города — храма Иоанна Предтечи, самого древнего сохранившегося здания — храма Никиты Исповедника, а также макет жилого дома братьев Рысиных.



Рис. 2. Музей истории Горхозна (ИАиС ВолгГТУ)

Все экспозиционные материалы в зале «Сталинград» демонстрируют величие героического города — его промышленный рост в предвоенные годы, беспримерное сопротивление его защитников во время Сталинградской битвы и грандиозные планы по возрождению после войны.

Формированию архитектурного облика города с 1961 года по настоящее время посвящена экспозиция зала «Волгоград».

Музей истории Горхоза на данный момент законсервирован, однако планируется возобновление его деятельности. Также предполагается создание музея транспорта. Эти три музея должны будут в будущем образовать музейный комплекс ИАиС ВолгГТУ, который будет отражать основные направления профессиональной подготовки в университете.

Основываясь на проведенные теоретические и натурные исследования авторов, был разработан эскизный проект «Музей истории ИАиС ВолгГТУ» (рис. 3).



Рис. 3. Эскизный проект «Музей истории ИАиС ВолгГТУ»

Под музейное пространство отводится помещение дисплейного класса на втором этаже главного корпуса. Общая площадь аудитории составляет 65,4 м². Данное расположение носит весьма удачный характер, так как проектируемый объект находится близ общественных пространств и основных коммуникаций вуза: актовый зал, холл, вход в главный корпус и главная пешеходная коммуникация — коридор, связывающий основные корпуса вуза.

Экспозиция нового музея истории вуза проектировалась в соответствии с задуманной концепцией. Основной принцип сценарного подхода в проектировании музея заключается в представлении экспозиции и выставления экспонатов в хронологической последовательности пройденных этапов и судьбоносных периодов нашего высшего учебного заведения:

Сталинградский строительный институт (1930—1933 гг.);

Сталинградский институт инженеров городского хозяйства (1952—1961 гг.);

Волгоградский институт инженеров городского хозяйства (1961—1975 гг.);

Волгоградский инженерно-строительный институт (1975—1995 гг.);

Волгоградская государственная архитектурно-строительная академия (1995—2003 гг.);

Волгоградский государственный архитектурно-строительный университет (2003—2016 гг.);

Институт архитектуры и строительства Волгоградского государственного технического университета (с 2016-го г. до настоящего времени).

Главным композиционным акцентом музейного пространства является карта мира в плоскости потолка, выделенная светодиодной лентой. Она символизирует сотрудничество ИАиС ВолгГТУ с российскими городами и дальним зарубежьем.

На стендах и экспозиционных витринах музея предлагается разместить материалы о строительстве университета, ректорате, структурных подразделениях, научной, общественной и иных видах деятельности. Особое внимание уделяется демонстрации подарков гостей и коллег из российских и зарубежных вузов, а также работам студентов и преподавателей университета. Для этого проектом предусмотрены отдельные зоны.

Разработан стенд памяти, на котором запечатлены важные моменты для вуза разных лет. В интерьере также присутствует изображение символики ИАиС ВолгГТУ.

Концептуальный дизайн мебели и музейного оборудования формирует запоминающийся, целостный образ, идейно объединяющий выставочные экспонаты. Они соответствуют современным требованиям и тенденциям музейного дела. Основные цвета в музейном пространстве: белый, голубой, синий, являющиеся официальными цветами вуза.

Используя комплекс графических редакторов, авторы смоделировали музейное пространство, разработали планы, развертки музейного помещения, а также экспозиционную мебель. Все задачи решались с учетом особенностей сложившегося образовательного пространства в вузе, где обучаются студенты инженерно-строительных и архитектурно-дизайнерских специальностей.

Научная значимость определяется комплексным исследованием музейных пространств в университетах, в результате чего были выявлены определяющие принципы проектирования музея истории ИАиС ВолгГТУ.

Практическая ценность заключается в проектировании нового музейного пространства, посвященного истории и традициям вуза на основе проведенного анализа.

Социальная значимость состоит в сохранении и приумножении нравственных, учебных, культурных, научных и спортивных достижений студенческой молодежи, а также формированию активной гражданской позиции студенчества.

Библиографический список

1. *Ченцова О. В.* Музей как современный ресурс вузовской образовательной среды : автореф. дис. ... канд. культурологии. Краснодар, 2020. 21 с.

2. *Ченцова О. В.* Культурно-образовательное пространство музея как образовательный ресурс для системы высшего образования // Педагогика и просвещение. 2017. № 2. С. 29—39.

3. *Ченцова О. В.* Отечественные музеи в условиях интерактивности: современные тенденции развития музейной образовательной среды // *Наследие веков.* 2019. № 4. С. 44—49.
4. *Панов В. В.* Архитектурно-типологические принципы проектирования музеев вузов : автореф. дис. ... канд. архит. М., 2003. 26 с.
5. *Бондаревская А. И.* Культурно-образовательное пространство вуза как среда профессионально-личностного саморазвития студентов : автореф. дис. ... канд. пед. наук. Ростов н/Д, 2004. 23 с.
6. Музеи истории вузов: концепция комплектования коллекций на современном этапе // *Вестник Кемеровского государственного университета.* 2011. № 4(48). С. 12—17.
7. *Каюков С. О.* Принципы организации открытых выставочных пространств на территории вузов (на примере кампуса Сибирского федерального университета) // *Ноэма (Архитектура. Урбанистика. Искусство).* 2020. № 2(5). С. 167—181.
8. *Бурлыкина М. И.* Музеи высших учебных заведений дореволюционной России (1724—1917 годы). Сыктывкар : Сыктывк. ун-т, 2000. 238 с.
9. *Назипова Г. Р.* Казанский университет и музеи: проблема культурного взаимодействия: XIX—начало XX вв. : автореферат дис. ... д-ра ист. наук. Казань, 2009. 44 с.
10. *Столяров Б. А.* Музейная педагогика. История, теория, практика : учеб. пособие для студентов пед. и гуманитар. вузов. М. : Высш. шк., 2004.
11. *Юхневич М. Ю.* Я поведу тебя в музей : учеб. пособие по музейной педагогике. М., 2001. 223 с.
12. *Мельникова Г. Ф., Гильманишина С. И.* Музеи университета как фактор поликультурного воспитания молодежи // *Современные проблемы науки и образования.* 2015. № 4. С. 225.
13. *Саяпарова Е. В.* Музейное пространство вуза как социокультурный фактор развития студенческого сообщества (на примере г. Иркутска) // *Вопросы музеологии.* 2021. Т. 12. № 1. С. 80—87.
14. *Киселева А. В., Штифанова Е. В.* Музейное пространство как образовательный ресурс // *Инновации в профессиональном и профессионально-педагогическом образовании : материалы XXII Международной научно-практической конференции, Екатеринбург, 18—20 апреля 2017 года.* Екатеринбург : Российский государственный профессионально-педагогический университет, 2017. С. 512—514.
15. *Lorente J.-P.* The development of museum studies in universities: from technical training to critical museology // *Museum Management and Curatorship.* 2012. № 3(3). Pp. 237—252.
16. *Carrión B. M. C.* Critical Museology and University Museums: a road beyond art and science in Mexico // *University Museums and Collections Journal.* 2019. № 11(2). Pp. 211—223.

А. В. Щемелев, Т. В. Астахова, Ю. А. Гнатковская, Е. В. Гурова

*Волгоградский государственный технический университет,
Волгоград, Российская Федерация*

ОСОБЕННОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ АВТОРСКОГО НАДЗОРА НА ОБЪЕКТАХ КУЛЬТУРНОГО НАСЛЕДИЯ

Выполнен анализ нормативно-технической документации, регулирующей вопросы осуществления авторского надзора на объектах, обладающих специфическим статусом — объект культурного наследия (ОКН). Выявлены разночтения в отдельных положениях действующей системы нормативно-технической документации в части осуществления авторского надзора на ОКН. Сделан вывод о необходимости совершенствования системы технического нормирования в строительстве не только в части разработки новых документов, но и актуализации уже утвержденных нормативных документов с точки зрения исключения возможности произвольного толкования содержащихся в них положений.

Ключевые слова: объект культурного наследия, нормативно-техническая документация, авторский надзор.

Соответствие зданий и сооружений требованиям действующей нормативно-технической документации, устанавливающей требования к продукции строительного производства и регулирующей отношения между участниками инвестиционно-строительной деятельности, их безопасность и долговечность, является основной сферой технического регулирования в области строительства, в том числе в сфере сохранения (приспособления ОКН). Поэтому на сегодняшний день особенно актуальной является задача приведения в соответствие действующих нормативно-технических документов, обеспечивающих нормативно-правовое регулирование в области строительства и регулирующих вопросы как обеспечения безопасности объекта на всех стадиях его жизненного цикла, так и осуществление надзора и контроля на различных этапах создания объекта. Согласование положений системы технического регулирования, содержащих требования к объектам нормирования или к деятельности субъектов права, зачастую допускают неоднозначное толкование, что приводит к возникновению конфликтных ситуаций, что и является целью настоящей работы.

В соответствии с [2] контрольно-надзорные мероприятия могут проводиться в следующих формах:

- 1) строительный контроль или технический надзор заказчика;
- 2) авторский надзор;
- 3) государственный строительный контроль.

Принципиальной разницей форм надзора и контроля в строительстве являются функции и полномочия лиц и организаций, их осуществляющих. При реализации авторского надзора контроль осуществляет организация-разработчик, разработавшая проектную документацию.

Не останавливаясь в настоящей работе на особенностях научного сопровождения при выполнении работ по сохранению ОКН, отметим, что авторский надзор на объектах такого класса осуществляется с целью обеспечения соответствия проводимых на объекте работ разработанным проектным решениям. Авторский надзор на ОКН проводится в течение всего периода выполнения работ по его сохранению. По усмотрению заказчика специалисты, выполняющие авторский надзор, при необходимости могут присутствовать постоянно, в течение всего периода работ по сохранению ОКН. С точки зрения полномочий, авторский надзор выполняют физические и юридические лица, которые подготовили проектную документацию на проведение работ по сохранению ОКН в соответствии с действующим законодательством Российской Федерации, причем осуществление авторского надзора со стороны привлеченных лиц не исключает ответственности подрядчиков, выполняющих работы по сохранению объектов культурного наследия, за качество выполняемых работ и соблюдение проектных решений.

Срок пребывания на ОКН специалистов, выполняющих авторский надзор, определяется в зависимости от архитектурных особенностей ОКН, сложности и объема работ по его сохранению. Характер и сроки устанавливаются соглашением между заказчиком и юридическим или физическим лицом, выполняющим данный вид работ.

Указания руководителя авторского коллектива являются обязательными для заказчика ОКН и подрядчиков. С точки зрения особенностей осуществления авторского надзора основным документом является СП 246.1325800.2016 [3].

В рамках актуализации и гармонизации положений системы нормативно-технического регулирования в строительстве министерством строительства и ЖКХ планируется введение в действие Изменения № 1 к [3]. Ввод в действие Изменения № 1 к [3] запланирован на 2022 г. К настоящему моменту пройдены процедуры первого и второго обсуждения вносимых изменений профессиональным и экспертным сообществом, на согласование соответствующим органам направлена окончательная редакция. Суть вносимых поправок в положения [3] можно обозначить следующим образом:

1. Установлены случаи обязательного осуществления авторского надзора. Несмотря на то, что [3] включен в перечень документов добровольного применения, им устанавливается ряд обязательных требований для застройщиков. Так, авторский надзор при строительстве опасных производственных объектов, а также при проведении работ по сохранению ОКН станет обязательным.

2. С точки зрения процедуры и комплекса действий, выполняемых при осуществлении авторского надзора, вводится обязательный видеоконтроль строительной площадки в режиме реального времени посредством установки веб-камер, а также обязательное хранение записей видеоконтроля в процессе всего периода строительства объекта.

3. Оптимизирован перечень основных задач и функций при осуществлении авторского надзора.

4. Вносятся изменения в определение порядка организации и процедуры проведения авторского надзора.

5. Положения [3] дополняются требованиями, касающимися формирования и использования информационной модели объекта капитального строительства (ТИМ-моделирование) при осуществлении авторского надзора.

6. Вносятся изменения в понятийно-терминологический аппарат [3] в части корректировки перечня, состава и содержания работ при осуществлении авторского надзора. Вместо термина «рабочая» документация в отношении последней предусмотрено использование термина «проектная».

7. Предусмотрена корректировка порядка осуществления авторского надзора при необходимости внесения изменений в проектную документацию.

8. Примерный перечень основных видов работ и ответственных конструкций, подлежащих освидетельствованию с привлечением авторского надзора, дополняется монтажом фасадных и витражных конструкций.

9. Существенно изменено определение скрытых работ (в новой редакции скрытыми признаются работы, которые оказывают влияние на безопасность объекта капитального строительства и, в соответствии с технологией строительства, реконструкции, капитального ремонта, контроль за выполнением которых не может быть проведен после выполнения других работ).

10. Актуализирован ссылочный аппарат [3].

Отдельные положения вводимых изменений, очевидно, требуют согласования и гармонизации с положениями иных нормативно-регулирующих документов в рассматриваемой области деятельности, так как содержат требования, в том числе и ограничивающие возможность их реализации для ряда участников процесса авторского надзора.

Несмотря на то, что [3] включен в перечень документов добровольного применения, он вводит ряд обязательных требований для застройщиков. Таким образом, авторский надзор при строительстве опасных производственных объектов, а также при проведении работ, направленных на сохранение объекта культурного наследия, станет обязательным (п. 4.3 [3]).

Действующая редакция [1] позволяет проводить авторский надзор ОКН, проектная документация на которые разработана без использования в качестве исходных данных заключения о техническом состоянии объекта, а именно положений ст. 40 и 44, в которых говорится, что действия, направленные на приспособление ОКН для современного использования, не требуют заключения о состоянии конструкций. При сохранении же ОКН мы обязаны сделать техническое заключение о состоянии конструкций.

Причем, если мы работаем с ОКН в рамках [3], то техническое заключение о его состоянии является исходным материалом для разработки проектной документации.

При проведении анализа вышеуказанных нормативно-регулирующих документов и проектов изменения к ним выявлены противоречия в их отдельных положениях, касающихся, в частности, объектов культурного наследия,

причем как на стадии проведения авторского надзора, так и в составе работ, включая терминологический аппарат, приведенный в положениях [1].

По результатам работы сделан вывод о первоочередной необходимости гармонизации положений [1], в части уточнения положений ст. 40 и 44 в части требований к документации, разрабатываемой для приспособления ОКН, и для документации, разрабатываемой для сохранения ОКН с точки зрения необходимости проведения обследования технического состояния.

Библиографический список

1. Об объектах культурного наследия (памятниках истории и культуры) народов Российской Федерации : Федеральный закон от 25.06.2002 № 73-ФЗ (ред. от 24.04.2020).
2. Организация строительства : СП 48.13330.2011. М., 2011.
3. Положение об авторском надзоре за строительством зданий и сооружений : СП 246.1325800.2016. М., 2016.
4. Положение о составе разделов проектной документации и требованиях к их содержанию : Постановление Правительства РФ от 16 февраля 2008 г. № 87.
5. Требования к составу и порядку ведения исполнительной документации при строительстве, реконструкции, капитальном ремонте объектов капитального строительства и требования, предъявляемые к актам освидетельствования работ, конструкций, участков сетей инженерно-технического обеспечения : РД-11-02—2006. М., 2016.

Научное электронное издание

АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ
И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ
СТРОИТЕЛЬНОГО КОМПЛЕКСА

Сборник трудов
Международной научно-практической конференции,
15—16 декабря 2022 г., Волгоград

Заместитель заведующего РИО *М. Л. Манзюк*
Корректор *О. А. Шитунова*
Верстка *А. Г. Сиволобова*
Разработка обложки — *дизайн-студия «Лама»*

Минимальные систем. требования:

PC 486 DX-33; Microsoft Windows XP; 2-скоростной дисковод CD-ROM; Adobe Reader 6.0

Тираж 10 экз.

Подписано в свет 06.02.2023.

Гарнитура «Таймс». Уч.-изд. л. 41,5. Объем данных 24,0 Мбайт

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Волгоградский государственный технический университет»

Издательство ВолгГТУ

400005, г. Волгоград, просп. им. В. И. Ленина, 28, корп. 1

400074, г. Волгоград, ул. Академическая, 1