

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
«Владимирский государственный университет  
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»

ТРУДЫ  
ВЛАДИМИРСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО  
УНИВЕРСИТЕТА

Выпуск 8

АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ РАЗВИТИЯ  
СТРОИТЕЛЬНОГО КОМПЛЕКСА

Владимир 2011

УДК 69.(06)  
ББК 380.9.я431  
Т78

**Редакционная коллегия:**

В.А. Немонтов, канд. техн. наук, доцент (гл. редактор)  
В.Н. Ланцов, д-р техн. наук, профессор (зам. гл. редактора)  
Б.Г. Ким, д-р техн. наук, профессор, заслуженный строитель  
России (отв. редактор выпуска)  
С.Н. Авдеев, канд. техн. наук, профессор  
Э.Ф. Семехин, канд. техн. наук, доцент  
В.И. Тарасенко, канд. техн. наук, профессор  
С.И. Рощина, канд. техн. наук, доцент  
А.Ю. Скировский, директор издательства  
В.В. Федоров, канд. эконом. наук, доцент (отв. секретарь)

В сборник включены статьи, содержащие результаты исследований сотрудников университета по приоритетным областям строительной науки, техники, технологии. Рассмотрены особенности управления строительством в современных условиях, проектирование высокоэффективных строительных конструкций, прогрессивные технологии строительства и производства материалов. Особое внимание уделяется инновационным направлениям строительной науки, позволяющим достичь комплексной эффективности при строительстве и обслуживании объектов недвижимости, обеспечить энергосбережение при эксплуатации.

Представляет интерес для специалистов-строителей, научных работников, преподавателей, студентов и аспирантов по направлениям – строительство, экспертиза и управление недвижимостью.

УДК 69.(06)  
ББК 380.9.я431

ISBN 978-5-9984-0191-6

© ВлГУ, 2011

## СОДЕРЖАНИЕ

Перспективы и задачи развития строительного образования во Владимирской области.....	7
---	---

### Секция 1. УПРАВЛЕНИЕ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

<b>Б.Г. Ким.</b> ВЗАИМОСВЯЗИ ТЕОРИИ И ПРАКТИКИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ПАРКОВ МАШИН И СИСТЕМ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ИХ ИСПРАВНОСТИ И РАБОТОСПОСОБНОСТИ..	10
<b>В.В. Федоров, Е.Е. Епифанова.</b> АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ПРОЕКТИРОВАНИЕМ .....	15
<b>А.В. Прозорова.</b> МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ ФУНКЦИЙ УПРАВЛЕНИЯ В САМОРЕГУЛИРУЕМЫХ ОРГАНИЗАЦИЯХ.....	17
<b>Е.Н. Дорошенко.</b> МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ КОЭФФИЦИЕНТОВ РИСКА В СТРОИТЕЛЬСТВЕ.....	21

### Секция 2. ТЕХНОЛОГИИ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ. НАНОТЕХНОЛОГИИ

<b>Л.В. Закревская, Ю.В. Баранова, В.Е. Ваганов.</b> МОДИФИЦИРОВАНИЕ УГЛЕРОДНЫМИ НАНОСТРУКТУРАМИ ЯЧЕИСТЫХ БЕТОНОВ И БЕТОНОВ С ЛЕГКИМИ ПОРИСТЫМИ ЗАПОЛНИТЕЛЯМИ .....	24
<b>В.А. Комков.</b> ОСНОВНЫЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ ТРУБОПРОВОДНОГО ТРАНСПОРТА БЕТОННЫХ СМЕСЕЙ И СТРОИТЕЛЬНЫХ РАСТВОРОВ.....	26
<b>А.С. Семенов.</b> ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НАНОДОБАВОК ПРИ ПЕРЕРАБОТКЕ ЗОЛ ВЛАДИМИРСКОЙ ТЭЦ .....	28
<b>Е.Е. Мельков, А.А. Миронов, Н.Н. Тур, Р.Н. Прохоров, К.М. Кузнецов</b> . ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЖИДКОГО ТЕПЛОСБЕРЕГАЮЩЕГО ПОКРЫТИЯ НА ОСНОВЕ АКРИЛОВОЙ КОМПОЗИЦИИ«БУТАКРИЛ ТМ» .....	30

<b>А.В. Вихрев, Р.А. Вихрев. АСФАЛЬТОБЕТОН ИЗ ЭЛАСТОМЕРНЫХ ВЯЖУЩИХ .....</b>	<b>32</b>
--	-----------

### **Секция 3. ТЕПЛОСНАБЖЕНИЕ И ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ**

<b>В.И. Тарасенко, В.М. Мельников, П.Я. Кириенко, А.В. Низов. ПРЕДПОСЫЛКИ МОДЕЛИРОВАНИЯ В СИСТЕМАХ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ .....</b>	<b>35</b>
<b>А.А. Рожков. НАХОЖДЕНИЕ ФУНКЦИИ ОТПУСКА И РЕГУЛИРОВАНИЯ ТЕПЛОВОЙ ЭНЕРГИИ МЕТОДОМ КОНЕЧНЫХ РАЗНОСТЕЙ .....</b>	<b>37</b>
<b>С.В. Угорова. ВСТРАИВАЕМЫЙ ЭЛЕМЕНТ СМЕСИТЕЛЬНОЙ КАМЕРЫ .....</b>	<b>41</b>
<b>В.М. Мельников, Д.С. Карев. МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ ТРАНСПОРТА ТЕПЛОВОЙ ЭНЕРГИИ .....</b>	<b>43</b>
<b>В.И. Тарасенко, А.А. Курникова, М.Р. Рачков. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БАЛАНСИРОВОЧНЫХ КЛАПАНОВ В ИНЖЕНЕРНЫХ СИСТЕМАХ ВЛАДИМИРСКОЙ ОБЛАСТИ .....</b>	<b>45</b>
<b>А.А. Андреева, В.Н. Дорофеев. БЫТОВЫЕ И ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ ОТХОДЫ ГОРОДОВ И ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДЛЯ ВЫРАБОТКИ ЭНЕРГИИ .....</b>	<b>47</b>
<b>М.Г. Дюкарева, И.В. Коврижных, В.Н. Дорофеев. ОЦЕНКА ТЕПЛОВОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ГАЗОВЫХ ВОЗДУХОНАГРЕВАТЕЛЕЙ .....</b>	<b>52</b>
<b>К.И. Зуев. ТЕХНОЛОГИИ ГИС В УПРАВЛЕНИИ РАЗВИТИЕМ И ЭКСПЛУАТАЦИЕЙ СИСТЕМ ВОДОСНАБЖЕНИЯ ГОРОДОВ .....</b>	<b>58</b>
<b>Л.Н. Гаврилова, В.Н. Дорофеев. ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ КОГЕНЕРАЦИОННЫХ УСТАНОВОК НА ОСНОВЕ ГАЗОПОРШНЕВЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ .....</b>	<b>60</b>

### **Секция 4. СТРОИТЕЛЬНЫЕ КОНСТРУКЦИИ**

<b>С.И. Рощина, Е.А. Смирнов, М.В. Лукин. МЕТОДИКА И ПЛАНИРОВАНИЕ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ИССЛЕДОВАНИЯ УСИЛЕННЫХ ДЕРЕВЯННЫХ БАЛОК ПЕРЕКРЫТИЯ .....</b>	<b>67</b>
---	-----------

<b>В.И. Воронов, С.И. Рощина, В.В. Михайлов. РЕЗУЛЬТАТЫ ИСПЫТАНИЯ ПРЕДВАРИТЕЛЬНО НАПРЯЖЕННЫХ ПЛИТ ПЕРЕКРЫТИЙ СТЕНДОВОГО БЕЗОПАЛУБОЧНОГО ФОРМОВАНИЯ .....</b>	<b>70</b>
<b>Е.А. Смирнов, А.М. Степанов, О.А. Зеленский, Т.С. Демиденко. ПРОЕКТИРОВАНИЕ И РАСЧЁТ ЖИВОТНОВОДЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА ОАО «АНДРЕЕВСКОЕ» .....</b>	<b>75</b>
<b>Е.А. Смирнов, А.М. Степанов, Е.И. Болотова. ПРОВЕРКА ПРОСТРАНСТВЕННОЙ ЖЁСТКОСТИ И УСТОЙЧИВОСТИ ЗДАНИЯ ЗРИТЕЛЬНОГО КОМПЛЕКСА, ПРИСТРОЕННОГО К КИНОТЕАТРУ «КИНОМАКС - БУРЕВЕСТИК» .....</b>	<b>79</b>
<b>В.П. Валуйских, В.Г. Заикин. МЕТОДОЛОГИЯ И ПРАКТИКА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВК «ЛИРА» ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ .....</b>	<b>83</b>
<b>М.Г. Танкеева. АНАЛИЗ ДЕФОРМАЦИЙ В КОМПОНЕНТАХ ОДНОНАПРАВЛЕННО АРМИРОВАННЫХ КОМПОЗИТОВ .....</b>	<b>86</b>
<b>В.П. Валуйских, Ф.Н. Захаров, Е.П. Мясников. СОЗДАНИЕ КОНСТРУКТИВНОГО РЯДА ВОДОПРОПУСКНЫХ СООРУЖЕНИЙ ДЛЯ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ .....</b>	<b>88</b>
<b>К.А. Дубов, А.Н. Кудрявцев. ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫЕ СВАИ КРЕСТООБРАЗНОГО СЕЧЕНИЯ С ДИАГОНАЛЬНЫМ АРМИРОВАНИЕМ В ГРУНТОВЫХ УСЛОВИЯХ Г. ВЛАДИМИРА. .</b>	<b>90</b>

## **Секция 5. АРХИТЕКТУРА И ГРАДОСТРОИТЕЛЬСТВО**

<b>Л.Н. Басманова. ДИНАМИКА ВОСПРИЯТИЯ АРХИТЕКТУРНОГО ПРОСТРАНСТВА.....</b>	<b>94</b>
<b>Е.Е. Бирюкова. К ВОПРОСУ О ТЕРМИНОЛОГИЧЕСКОМ АППАРАТЕ ТЕОРЕТИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ В ОБЛАСТИ АРХИТЕКТУРЫ И КАТЕГОРИЯХ, ПРЕДСТАВЛЯЮЩИХ АРХИТЕКТУРНОЕ ПРОСТРАНСТВО В АСПЕКТЕ ЭСТЕТИКО-ФИЛОСОФСКОГО АНАЛИЗА .....</b>	<b>96</b>
<b>Р.Г. Коноплева. АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ ВО ВЛАДИМИРСКОЙ ГУБЕРНИИ ПЕРВЫХ ПОСЛЕРЕВОЛЮЦИОННЫХ ЛЕТ (1919 – 1921 гг.) .....</b>	<b>106</b>

<b>Ж.Г. Малькова.</b> ДЕКОРАТИВНАЯ ЖИВОПИСЬ МАСТИХИНОМ В ПРАКТИЧЕСКИХ АУДИТОРНЫХ И ДОМАШНИХ РАБОТАХ ПО ДИСЦИПЛИНЕ «ЖИВОПИСЬ. ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИЯ ЖИВОПИСИ» СПЕЦИАЛЬНОСТИ 070602 – ДИЗАЙН (ПО ОТРАСЛЯМ), НАПРАВЛЕНИЕ «ДИЗАЙН СРЕДЫ» .....	113
<b>Т.А. Матвеева.</b> НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ ФОРМИРОВАНИЯ И РАЗВИТИЯ АГЛОМЕРАЦИЙ В РОССИИ В НАЧАЛЕ ХХІ В. ....	115
<b>Е.М. Руфицкая.</b> ВАЖНОСТЬ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ОРНАМЕНТАЛЬНОГО ДЕКОРА В ИНТЕРЬЕРЕ ХРАМОВ (НА ПРИМЕРЕ МИХАИЛО-АРХАНГЕЛЬСКОЙ ЦЕРКВИ В СЕЛЕ АБАКУМЛЕВО СУЗДАЛЬСКОГО РАЙОНА) .....	118
<b>М.В. Сапунова.</b> БЛИНГ КАК ЯВЛЕНИЕ АРХИТЕКТУРЫ.....	120
<b>А.А. Солодова.</b> ЛАБИРИНТ КАК АРХИТЕКТУРНОЕ ЯВЛЕНИЕ...	123
<b>И.В. Труфанова.</b> УНИКАЛЬНОЕ И ТИПОВОЕ СТРОИТЕЛЬСТВО ПРАВОСЛАВНЫХ ХРАМОВ .....	129

## ПЕРСПЕКТИВЫ И ЗАДАЧИ РАЗВИТИЯ СТРОИТЕЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ ВО ВЛАДИМИРСКОЙ ОБЛАСТИ

В течение 2010 г. проводились мероприятия, посвященные сорокалетию архитектурно-строительного факультета Владимирского государственного университета. И, как полагается при юбилеях, вспомним об истории развития вузовского строительного образования и расскажем о его перспективах.

В 1958 г. во Владимире был организован учебно-консультативный пункт Всесоюзного заочного инженерно-строительного института (ВЗИСИ), преобразованный затем в заочный филиал ВЗИСИ. Шестого ноября 1970 г. был издан приказ Министерства высшего и среднего специального образования СССР о создании на базе Владимирского политехнического института строительного факультета. Это было время великих строек. Строилась и Владимирская область. Голод на строительные кадры высшей квалификации был очень велик. Росли и выпуски инженеров-строителей. В «политехе» был сформирован блок строительных факультетов, по сути дела, мини-институт – два дневных, вечерний, заочный факультеты выпускали ежегодно до двухсот и более дипломированных специалистов. Они получали назначения на многие стройки нашей великой Родины.

Обучение студентов проводилось квалифицированными преподавателями, приехавшими в основном из Сибири и с Урала. У истоков факультета стояли к.т.н., доцент Ульян Григорьевич Емельянов – организатор факультета, Вадим Сергеевич Бартенев – первый избранный декан (впоследствии д.т.н. профессор, зав. кафедрой строительных конструкций и архитектуры). В семидесятые годы на факультет пришли А.С. Жив (д.т.н., профессор), Б.В. Генералов (д.э.н., профессор), В.Ю. Щуко (к.т.н., профессор), В.С. Оробинский (к.т.н., профессор), В.А. Телегин (к.т.н., доцент), В.А. Семенов (д.т.н., профессор), Д.К. Скрыльников (к.т.н., доцент), А.С. Мельников (к.т.н., доцент), А.В. Тимохин (д.т.н., профессор), Ю.А. Коваль (к.т.н., доцент),

А.А. Заборский (к.т.н., доцент), Ф.П. Палкин (к.т.н., доцент), Т.С. Даниленко (д.т.н., профессор), В.Ф. Архипова (д.э.н., профессор) и др. В восьмидесятые годы преподавательский корпус пополнился: приехали работать А.С. Арбенев, В.П. Барышников, В.В. Михайлов и ряд других специалистов.

Сейчас многие выпускники стали руководителями предприятий, муниципальных и государственных учреждений. Среди них первый вице-губернатор Владимирской области В.В. Веретенников, зам. главы администрации г. Владимира В.А. Немков, руководитель департамента архитектуры и градостроительства администрации Владимирской области С.А. Боков и многие другие. Е.В. Косыгин, Н.В. Андреева стали докторами наук. Ряд этот можно продолжать и продолжать.

Сейчас факультет переходит на двухуровневую систему бакалавр – магистр. Подход к обучению, основанный на знаниях и умениях, заменяется компетентностным. Программа бакалавриата четырехлетняя. Обучение направлено на подготовку специалистов, способных работать на сложной технике, низовых руководителей, бригадиров, мастеров, прорабов. Образование считается высшим, но выпускники не имеют права поступать в аспирантуру и преподавать в вузах.

Обучение в магистратуре предполагает дальнейшие занятия на научном поприще или преподавательскую деятельность. Безусловно, минусов, на наш взгляд, больше, чем плюсов, но снижается нагрузка на госбюджет. Считается, что учебные планы унифицируются с зарубежными, чтобы облегчить мобильность студентов, т.е. поощрить отток наших специалистов за границу.

Для руководителей предприятий и специалистов есть программа обучения по МВА (мастер делового администрирования), которую факультет проводит совместно с МГСУ.

Несколько слов о научных исследованиях, проводимых на кафедрах. Участие в государственных программах по освоению нанотехнологий, наличие современной лабораторно-исследовательской базы позволило создать на кафедре строительного производства мощный научный центр по разработке новых строительных материалов с применением нанодобавок. Первые полученные результаты обнадеживают. Надеемся на существенное сокращение потребности в цементах при сохранении должного уровня прочности материала. Сле-



дует отметить, что на факультете проводятся испытания материалов и конструкций, выдаются сертификаты соответствия и оказываются услуги в области строительства и ЖКХ, повышают квалификацию работники различных организаций.

В октябре 2009 г. состоялось открытие аудитории-музея Строителей Земли Владимирской, где на стенах и в витринах отражены ве-хи развития отечественного строительства, хранится память о многих видных строителях и преподавателях факультета.

*Ответственный редактор выпуска*

*д.т.н., профессор, заслуженный строитель России*

*Б.Г. Ким*

*Кандидат технических наук, профессор*

*С.Н. Авдеев*

# Секция 1

## УПРАВЛЕНИЕ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

УДК621.879

Б.Г. Ким

### ВЗАИМОСВЯЗИ ТЕОРИИ И ПРАКТИКИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ПАРКОВ МАШИН И СИСТЕМ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ИХ ИСПРАВНОСТИ И РАБОТОСПОСОБНОСТИ

*Рассмотрены взаимосвязи частных теорий и практических аспектов жизненного цикла машин и парков техники. Приводятся классификационные оценки систем ремонта и технического обслуживания групп оборудования.*

Среди теорий, объясняющих вопросы производства и эксплуатации техники, можно выделить три основные группы.

Первая – это частные теории, входящие в общую теорию машин. Академик И.И. Артоболевский оценил теорию машин как науку, изучающую механику машин во взаимодействии с рабочими процессами, ими выполняемыми. В число основных проблем, являющихся предметом изучения теории машин, он включил теорию рабочих процессов, механику машин (кинематику и динамику), теорию построения машин автоматического действия. Таким образом, первоначально теория машин и механизмов рассматривалась И.И. Артоболевским как теория построения механизмов и взаимодействия деталей их составляющих. Несколько ранее академик В.П. Горячкин и его ученики, работавшие в ВиСХОМе (Всесоюзный НИИ

сельскохозяйственного машиностроения), ВИМе (Всесоюзный НИИ механизации сельского хозяйства), ГОСНИТИ и других коллективах, исследовали вопросы конструирования сельскохозяйственной техники, некоторые аспекты кинематики и динамики машин.

Изучение рабочих процессов строительных машин отражено в трудах Д.П. Волкова, Н.Г. Домбровского, В.И. Баловнева, К.А. Артемьева, Ю.А. Ветрова, Н.Я. Хархуты, Н.А. Ульянова и других авторов. В них рассмотрены вопросы конструирования машин и их рабочих органов.

Вторую группу составляют труды, посвященные надежности машин.

Теория надежности объясняет проблемы, связанные с созданием долговечных безопасных конструкций. Она применяется при изучении вопросов физиче-

ского износа техники, а также при решении некоторых вопросов функционирования оборудования. Основная направленность теории и её частных приложений отражена в названии. Тем самым четко очерчен круг вопросов, решаемых о ее использовании.

Третья группа связана с рассмотрением теоретических вопросов обслуживания сложных систем. В качестве научного аппарата применяют теорию массового обслуживания, исследование операций и другие более частные теоретические разработки. Наиболее активно это направление используется при решении задач в области электроники, связи, автоматики, механизации строительства, на автотранспорте и в сельском хозяйстве.

Эти исследования позволяют научно обосновать решения вопросов резервирования, оптимизации ремонтных мощностей, снабжения запасными частями, определить время простоя однотипных машин в ожидании ремонта.

Теории, применяемые для решения вышеуказанных задач, не являются специальными. Важнейший момент в рамках этих теорий – рассмотрение вопросов функционирования сложных систем, к каковым относятся и парки машин.

На рис. 1 приведена блок-схема взаимодействий теорий и практических аспектов конструирования, использования и восстановления парков машин.

Анализ взаимосвязей показывает, что известные теории не решают вопросов организационно-управленческого плана обеспечения исправности и работоспособности машин. Из этого следует, что нужна новая теория, с помощью которой можно научно обосновать многие решения ремонтной политики организации.

Такой теорией является теория обеспечения работоспособности и исправности парков машин.

Она включает в себя систему определенных идей, дающих целостное представление о законах, закономерностях и существующих связях процессов технической эксплуатации машин, об изменениях их состояния, экономических и математических моделях и методах, направленных на решение задач поддержания функционирования парков оборудования надлежащим образом. Ее создание позволяет резко расширить теоретическую базу использования парков техники.

Все технические устройства имеют свой режим использования, связанный как с производственными процессами, так и с особенностями их конструкции. Тщательное изучение технических систем (машины, оборудование, механизмы, включая механизированный инструмент), используемых в строительном производстве, с точки зрения обеспечения их исправного и работоспособного состояния позволяет выделить шесть основных групп.

1. Оборудование, практически не требующее специального технического ухода и ремонтонепригодное. Для этой группы техники применим принцип "использовал-выбросил". Кроме простейших устройств в эту группу входит и самое сложное самонастраивающееся или саморемонтирующееся оборудование. В качестве примера такой техники можно привести космические аппараты "Викинг", "Пионер", улучшившие свои технические характеристики уже в полете благодаря специальным программам самообучения и самовосстановления. Таких машин становится всё больше и больше в связи с нерентабельностью или невозможностью проведения ремонтных работ.

Машины и механизмы этой группы, отработав свой технический ресурс до отказа, без проведения существенных профилактических работ списываются, поскольку целесообразность их дальнейшего использования исчерпана.

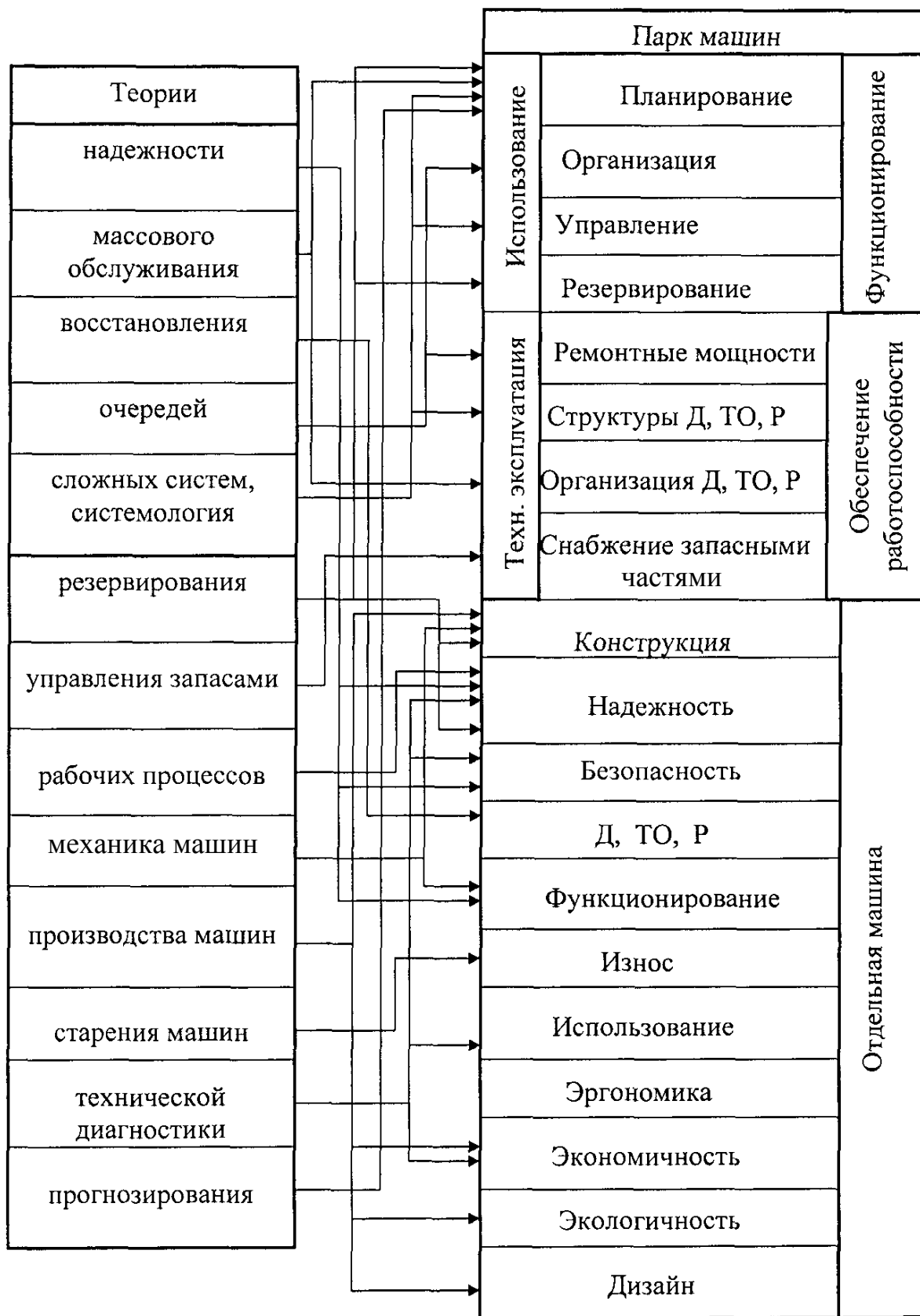


Рис. 1. Блок-схема взаимосвязей теорий и практических аспектов конструирования, использования и восстановления парков машин

2. Машины и оборудование, требующие технического ухода и ремонтных операций в незначительных объемах (подготовка к эксплуатации осуществляется в сроки, длительностью которых можно пренебречь). Ремонтно-профилактическое обслуживание машин этой группы обычно проводится по потребности. В первую очередь в эту группу входят простейшие технические устройства.

3. Оборудование, редко используемое (или сезонного использования) и (или) редко отказывающееся, а также оборудование, последствия отказов которого экономически невелики.

4. Машины с устойчивыми значениями параметров потока отказов. Прежде всего в данную группу машин входят такие, чей режим работ отличается стабильностью, конструкции машин – достаточным совершенством, а технологии их изготовления – отработанностью процессов.

5. Машины и оборудование, на параметры надежности и технико-экономические показатели использования которых оказывают существенное влияние факторы эксплуатации. Группа таких машин наиболее многочисленна, они достаточно дорогостоящи и сложны. Недоиспользование технического ресурса оборудования этой группы грозит ощутимыми экономическими потерями, а появление внезапных отказов приводит к останову, сопровождающемуся также существенными расходами. Следует отметить, что машины этой группы работают, как правило, в технологических комплексах с другими и останов одной из них зачастую приводит к простою всех остальных.

6. Машины и оборудование, отказ систем которых ведет к существенным экономическим потерям или даже к человеческим жертвам. Эта группа машин также достаточно распространена.

Перечислим также и системы обеспечения работоспособности и исправности техники с кратким указанием их существенных различий.

1. "Событийная" – техническое обслуживание и ремонтные операции проводятся перед началом эксплуатации или в период, например, смены климатических условий. По сути дела, "событийная" система может иметь такое название лишь в терминологическом смысле, принципиально обозначая определенный порядок и время проведения восстановительно-профилактических мероприятий.

2. "Заявочная" ("паллиативная") – техническое обслуживание и ремонт оборудования проводятся "по потребности" в соответствии с заявками эксплуатационников. Эта система применяется во все времена достаточно широко.

3. Планово-предупредительная система ремонта и технического обслуживания строительных машин на настоящее время имеет наиболее разработанную и отлаженную нормативную базу.

4. "Стандартная" система характеризуется точным соблюдением нормативов периодичности, номенклатуры и объема ремонтно-восстановительных воздействий. В ведомственной нормативной литературе она нередко называется "регламентной". Эта система применяется при обслуживании техники, отказы которой чреватые крупными экономическими потерями или даже человеческими жертвами, наносят урон обороноспособности страны.

5. Система прогнозируемого ремонтно-профилактического обслуживания строительных машин – выполнение восстановительных мероприятий обусловлено диагнозом, который основан на использовании безразборных методов проверки оборудования. Система предполагает индивидуальный подход при назначении режимов ремонта и ТО оборудования. Более подробно её суть раскрыта в ряде публикаций автора.

Выбор той или иной системы ремонтно-профилактического обслуживания зависит не только от сложности техники, общих потребностей в различных воздействиях, но и от режима ее эксплуатации, поэтому выпол-

не допустимо, что к одной и той же модели оборудования применимы при разных условиях использования различные системы ремонта и технического обслуживания.

Общая взаимосвязь между различными группами техники и системами ремонтно-профилактических воздействий представлена на рис. 2.



Рис. 2. Схема взаимосвязей групп техники с системами обеспечения работоспособности и исправности машин: —> — предпочтительные связи; - -> - допустимые связи

## АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ПРОЕКТИРОВАНИЕМ

*Рассматриваются актуальные вопросы процесса автоматизации документооборота проектных организаций.*

Проектно-изыскательские работы (ПИР) – одно из начальных звеньев производственной цепочки. Именно на этом этапе формируется успех конечного результата – возведенных зданий, сооружений, внедренных промышленных технологий, информационных систем.

Постепенно реальный сектор экономики становится все более высокотехнологичным, спрос на проектную продукцию и требования к качеству этой продукции сильно возрастают, поэтому со стороны рынка к организациям, занимающимся НИОКР и ПИР, предъявляются все более жесткие требования – и по срокам, и по качеству выпускаемой проектной документации. В таких условиях применение методик и инструментов управления проектами – один из возможных способов повышения эффективности деятельности и выполнения данных требований.

подавляющее большинство работ, выполняемых проектными организациями, имеет все признаки проектов – уникальность результата, наличие ограничений по срокам и ресурсам, необходимость выделенной координации за рамками штатной функциональной структуры (наличие проектных групп).

Для целей структуризации целесообразно определить следующие уровни проектного управления – управление в рамках портфеля проектов и в рамках отдельного проекта.

Важнейшими являются задачи управления портфелем проектов. Их ре-

шением занимается руководство компаний – директора, ГИПы, экспертные органы, научно-технические советы. Наиболее важна координация портфеля проектов по срокам.

В условиях большого количества одновременно реализуемых проектов и жестких ограничений по срокам организации необходимо оптимально использовать имеющиеся ресурсы. Специфика проектных организаций состоит в том, что в условиях отсутствия товарной логистики основной ресурс – персонал (его компетенция, навыки, опыт), а также возможно привлечение экспертизы извне.

Вследствие этого крайне важны планирование и учет трудозатрат сотрудников компании, особенно ведущих специалистов и ключевых подразделений (экспертных групп).

Углубленный контроль проектов имеет свои особенности. Как правило, высшему руководству нет необходимости «погружаться» детально в выполняющиеся проекты и контролировать их до малейшей детали. Достаточно двух видов контроля: контроль по вехам и контроль отклонений и прогнозирование проектных параметров исходя из отклонений.

Веха – это ключевое событие, наступление которого в срок крайне важно для проекта. Например, вехой может быть подписание договора, сдача-приемка работ, окончание технологического этапа проектирования. Критичность вех обуславливается еще и тем, что если они не

достигнуты в срок, то это означает задержку для всего проекта в целом.

Отклонения по срокам – это один из важнейших проектных параметров, позволяющий диагностировать ход проекта, прогнозировать конечные сроки реализации проекта и принимать упреждающие меры для того, чтобы проекты выполнялись без срыва сроков.

Анализ портфеля проектов с точки зрения выявления «узких мест» в производственном процессе несет значительную информационную нагрузку.

Важно иметь статистическую информацию о том, на каких технологических этапах проекта создания ПСД чаще всего происходят срывы по срокам, какие работы задерживаются чаще всего, какие сотрудники быстрее выполняют работу данного типа, а какие медленнее.

Наличие такой информации позволяет руководству принимать обоснованные решения о том, какие «узкие места» требуют «расшивки»: для выполнения каких типов работ необходимо чаще привлекать более опытных экспертов, каких сотрудников необходимо отправить на дополнительное обучение.

Задачи управления отдельными проектами требуют согласованного взаимодействия руководящего звена проектной организации.

Данный пласт задач встает перед менеджерами проектов. В проектных институтах такую роль чаще всего исполняют главные инженеры проектов (ГИПы), на которых лежит ответственность за сроки и качество подготовки ПСД. В числе наиболее важных управленческих задач, решаемых ГИПами, можно выделить следующие.

1. Детальное календарное и ресурсное планирование – необходимо разбить проект на пакеты работ, пакеты работ – на отдельные задачи, определить плановые сроки выполнения отдельных задач и взаимосвязанные задачи (когда

результат одной работы является входной информацией для последующей), назначить ответственных и исполнителей на данные задачи.

Это требует достаточно серьезной компетенции в технологии. Инструмент, обеспечивающий решение данной задачи, – это выстраивание технологии планирования на уровне организации в целом (библиотеки шаблонов календарных планов, нормировочные ведомости, отражающие типы работ и примерные трудозатраты сотрудников различной квалификации, необходимые для выполнения работ данных типов).

2. Мониторинг, учет и контроль хода реализации проекта включает в себя контроль по вехам и отклонениям, осуществляемый руководством компании на более детальном уровне – на уровне каждой конкретной работы и каждого конкретного сотрудника, участвующего в проекте.

3. Расчет плановой и фактической себестоимости проекта – практически единственной составляющей переменных затрат в себестоимости является фонд оплаты труда сотрудников, участвующих в данном проекте, все остальные затраты можно отнести к накладным.

Для решения данной задачи, как правило, применяют информационные технологии учета трудозатрат сотрудников.

Использование систем автоматизированного управления проектами позволяет результативно решать задачи, описанные выше, и значительно повышает эффективность и управляемость процесса реализации проектов по разработке ПСД.

Все календарные планы проектов находятся в едином хранилище, что дает возможность предоставить общую картину по проектам руководству института, а при необходимости получить детальную информацию по любому из проектов.



Инструменты календарного и ресурсного планирования позволяют моделировать влияние отклонений по срокам одних работ на проект в целом. На уровне всей совокупности реализуемых проектов это дает возможность скоординировать портфель проектов по срокам – уже на этапе планирования можно предсказать нагрузку (пиковую нагрузку) на подразделения, осуществляющие экспертизу проектов, и принять упреждающие действия (увеличить численность, перераспределить нагрузку и т.д.).

Успех реализации проектов во многом зависит от грамотного использования имеющихся ресурсов.

Так как основной ресурс проектной организации (помимо технологий) – это люди, то организация учета трудозатрат – это возможность получить реальную картину себестоимости проекта.

Исключительную важность приобретает функция интеграции с другими системами, что позволяет создавать комплексные решения по взаимодействию с

системами автоматизированного проектирования, специализированными технологическими системами, используемыми при проектировании, нормировочными базами данных и т.д.

Очевидно, управленческие задачи (в отличие от технологических), стоящие перед проектными организациями, не зависят от конкретного вида проектирования.

Методология проектного управления и информационные системы поддержки процессов управления проектами могут быть успешно использованы как при разработке проектной документации на промышленные объекты, так и для подготовки строительных проектов, документации на объекты жилищные и гражданские, в научно-исследовательских разработках.

УДК 658.58

А.В. Прозорова

## **МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ ФУНКЦИЙ УПРАВЛЕНИЯ В САМОРЕГУЛИРУЕМЫХ ОРГАНИЗАЦИЯХ**

*Рассматриваются методические аспекты развития системы управления в сфере саморегулирования строительного комплекса.*

С 1 января 2010 г. введен принципиально новый инструмент регулирования строительной деятельности – саморегулирование. Согласно нормам главы 6.1 Градостроительного кодекса РФ основные цели саморегулируемых организаций (СРО) следующие:

- предупреждение причинения вреда вследствие недостатков строительных, проектно-изыскательских работ;

- повышение качества инженерных изысканий, архитектурно-строительного проектирования, строительства, реконструкции, капитального ремонта.

Содержание деятельности саморегулируемых организаций – это контроль за соблюдением правил и регламентов саморегулирования, разработанных в соответствии со статьей 55.5 Градостроительного кодекса. Деятельность СРО не ограничивается простым копированием контрольно-разрешительных функций лицензионных центров. Вместе с тем концепция саморегулирования обладает мощным потенциалом, который не только позволяет повысить эффективность работы строительного комплекса, но и способствует структуризации строительной отрасли, без чего невозможно улучшение инвестиционного климата в целом.

Переход к саморегулированию происходит планомерно и характеризуется целым рядом проблем. Некоторые из них уже неоднократно отмечались специалистами:

- опасность изменения конкурентной среды в сторону монополизации;
- вероятность лоббирования интересов крупных компаний;
- неочевидность механизма управления компенсационным фондом;
- проявление региональных барьеров для строительных организаций;
- формализация подхода к формированию системы качества в строительстве;
- отсутствие единой политики в области повышения квалификации кадров;
- неучет потенциала СРО при формировании новых организационных механизмов;
- неучет потенциала СРО при формировании задач научного развития отрасли;
- отсутствие комплексного взаимодействия СРО и государственной власти.

Саморегулирование будет способствовать консолидации строительной отрасли в рамках всей страны, позволит выстроить эффективную систему взаимодействия всех уровней власти с участниками

строительного рынка, обеспечить совместное решение стратегических задач строительной отрасли, направленных на достижение безопасности строительства зданий и сооружений, повышение эффективности строительного комплекса, улучшение инвестиционного климата.

Для достижения данного результата необходимо следовать закономерностям развития строительной отрасли, использовать системный подход при формировании механизмов управления саморегулируемыми организациями. Целесообразно построить универсальную модель, объединяющую инструменты и механизмы регулирования инвестиционно-строительной сферы, которая могла бы послужить основой для проектирования организационной структуры саморегулируемых организаций.

В качестве базовой методологии целесообразно принять теорию функциональных систем. Практическое применение получают такие этапы проектирования системы, как декомпозиция на элементы подсистемы и выявление взаимосвязей между ними. На основании данных научных положений построена функциональная модель механизмов управления в системе саморегулирования. Модель представлена в виде графа – дерева функций управления (см. рисунок). Под деревом функций понимается иерархическая система, в которой функции регулирования низших рангов являются конкретизацией вышестоящих и выступают средством обеспечения функций низших рангов. Дерево функций заканчивается корневыми функциями, которые представляют собой совокупность конкретных задач, элементов, организаций, обеспечивающих регулирующее воздействие на строительный комплекс.

Формирование функций первого яруса декомпозиции проведено в соответствии с научными положениями, обосновывающими обеспечение необходимого и достаточного уровня саморегулирования.

Этот ярус включает в себя пять функциональных подсистем: 1) обеспечение безопасности строительства зданий и сооружений и предупреждение вреда вследствие недостатков работ; 2) развитие строительного рынка; 3) улучшение инвестиционного климата; 4) развитие технической политики, техническое регулирование; 5) повышение эффективности работы строительных организаций. Подфункции последующих рангов сформированы на основе обобщения научной литературы, экономической информации из различных источников. При построении дерева функций использованы следующие правила нумерации. Главная функция обозначается цифровым кодом 01, подфункции первого порядка – цифровым кодом из двух частей (например 0102), подфункции второго порядка – цифровым кодом из трех частей (например 010204) и т. д.

Дерево функций применяют для разработки комплекса мероприятий по совершенствованию организационной и экономической структуры саморегулирования, а также в качестве основы для составления матриц распределения функций как для отдельных регулирующих элементов, так и по комплексным межфункциональным видам деятельности, где регламентируется сфера ответственности: конкретные результаты, за достижение которых устанавливается ответственность; права, которыми наделяются исполнители для достижения результатов (утверждать и представлять на утверждение, согласовывать, подтверждать, контролировать и т.д.).

В данном исследовании разработано дерево функций саморегулирования в составе 30 функций и подфункций (см. рисунок). Специальные методы анализа, статистические и вероятностные, а также визуальное изучение дерева функций несут значительную аналитическую нагрузку:

позволяют обнаружить пробелы в использовании механизмов саморегулирования, дефицит функций управления.

Визуальный анализ дерева функций может быть дополнен более конкретным исследованием, обеспеченным специальным математическим аппаратом (метод квалиметрической оценки уровня функций управления). Сущность метода заключается в последовательной экспертной оценке уровней значимости отдельных ветвей дерева функций. В результате получается совокупность коэффициентов весомости, характеризующих вклад данной функции в обеспечение необходимого и достаточного уровня управления. Относительные показатели уровня выполнения функций регулирования определяются путем оценки выполнения конкретных задач в деятельности саморегулируемых организаций на различных уровнях.

Проведенное исследование позволяет сделать вывод об отсутствии оптимальной реализации функции саморегулирования, в результате чего общее воздействие на активизацию системообразующей цели саморегулирования составляет всего 48 %, что подтверждает предположение о несовершенстве и незавершенности системы саморегулирования. Анализ динамики реализации функций регулирования строительного рынка показывает недостаточное внимание к развитию рынка инвестиций и существенную недооценку значимости (+ 66 %) функции развития рыночной инфраструктуры. Таким образом, построение системы саморегулирования целесообразно продолжить в направлении развития задач, определенных в дереве функций. Это в перспективе позволит получить надежный инструмент совершенствования строительной отрасли.

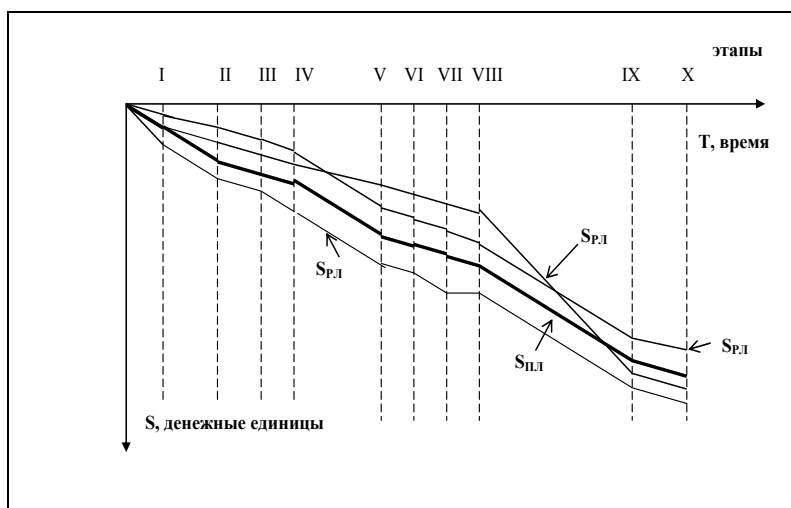
01 Функции саморегулирования	0101 Обеспечение безопасности строительства зданий и сооружений и предупреждение вреда вследствие недостатков работ	010101 Развитие страхования профессиональных рисков
		010102 Формирование и управление компенсационным фондом
		010103 Аттестация персонала
		010104 Разработка и совершенствование требований к выдаче свидетельства о допуске
		010105 Развитие системы аккредитации организаций
	0102 Развитие строительного рынка	010201 Развитие рыночной инфраструктуры
		010202 Конкуренция в области качества
		010203 Информационное обеспечение (участие в торгах, электронные площадки)
		010204 Поддержка малого и среднего бизнеса
		010205 Устранение административных барьеров
010206 Взаимодействие власти и бизнеса		
0103 Улучшение инвестиционного климата	010301 Участие в программах по привлечению инвестиций	
	010302 Информационное обеспечение инвестиционно-строительной сферы	
	010303 Развитие системы управления строительными рисками	
	010304 Развитие методологического сопровождения инвестиционно-строительной деятельности	
	010305 Концентрация инвестиционных ресурсов	
0104 Развитие технической политики, технического регулирования	010401 Направление развития материально-технической базы	
	010402 Исследования и научные разработки	
	010403 Работы по повышению технической надежности	
	010404 Развитие стандартизации	
0105 Повышение эффективности работы строительных организаций	010501 Повышение ответственности перед третьими лицами	
	010502 Повышение квалификации кадров	
	010503 Направление совершенствования материально-технической базы	
	010504 Развитие системы управления качеством и внутренней нормативной базы	
	010505 Развитие организационных структур, объединений и кооперации	

## МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ КОЭФФИЦИЕНТОВ РИСКА В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

*Предлагается методика определения коэффициентов риска инвестиционного проекта на основе построения графика планируемых капиталовложений, а также группы графиков реализуемых капиталовложений.*

Для оценки вероятности возникновения рисков конкретного инвестиционного проекта используют методику определения коэффициентов риска. Выполняется это для того, чтобы узнать целесообразность приобретения строительной техники для производства работ.

Исходя из специфики объекта, конъюнктуры рынка, практики проектирования и строительства инвестору предлагается построить планируемый график капиталовложений (обозначим его  $S_{ПЛ}$ ) по этапам проекта (см. рисунок), и группу графиков реализуемых капиталовложений  $\{S_{РЛ}\}$ .



*График планируемых капиталовложений по проекту и группа графиков реализуемых капиталовложений*

Планируемое движение капитала ( $S_{ПЛ}$ ) оптимально с точки зрения инвестора. График  $S_{ПЛ}$  носит характер случайности. При его построении мало учитываются факторы среды, оказывающие существенное влияние.

Это происходит в силу определенного разрыва во времени между этапами планирования и строительства. И чем больше этот разрыв, тем больше фактор непредсказуемости, динамичности среды.

Также влияние среды на процесс слабо учитывается, благодаря устоявшейся методике расчета  $S_{ПЛ}$ .

Можно предположить с большой долей достоверности, что в действительности реализуемые капиталовложения не совпадут с планируемыми. Реализуемые капиталовложения похожи по характеру графиков, но их неопределенное множество.

В результате (см. рисунок) на пространстве элементарных событий сформи-

мировалось семейство графиков: один  $S_{ПЛ}$  и ряд  $S_{РЛ}$ .

По терминологии теории вероятностей  $S_{ПЛ}$  есть номинал случайного процесса, т.е. результирующий, наиболее приемлемый вариант движения капитала.

Элементарная единица инвестиционного проекта – работа. Совокупность работ составляет этап. Совокупность этапов образует две стадии – проектирование и строительство, поэтому проект можно представить в виде четырех уровней иерархии. Все элементы проекта находятся под воздействием внешней среды, которое может быть выражено коэффициентом риска ( $K$ ), т.е. каждому уровню иерархии проекта соответствуют  $K$ -е риски.

$$s_{РЛ}^i = s_{ПЛ}^i \cdot K^i, \quad (1)$$

где  $s_{РЛ}^i$  – реализуемые затраты по  $i$ -й работе;  $s_{ПЛ}^i$  – планировавшиеся затраты по  $i$ -й работе на этапе концепции и планирования инвестиций;  $K^i$  – коэффициент риска по  $i$ -й работе.

$$\begin{aligned} S_{РЛ(\varepsilon)}^j &= S_{ПЛ(\varepsilon)}^j \cdot K_{(\varepsilon)}^j = \\ &= \sum_{i=1}^n s_{РЛ}^i = \sum_{i=1}^n s_{ПЛ}^i \cdot K^i, \end{aligned} \quad (2)$$

где  $S_{РЛ(\varepsilon)}^j$  – реализуемые затраты по  $j$ -му этапу инвестиционного проекта;  $S_{ПЛ(\varepsilon)}^j$  – планировавшиеся затраты по  $j$ -му этапу инвестиционного проекта;  $K_{(\varepsilon)}^j$  – коэффициент риска по  $j$ -му этапу.

$$\begin{aligned} S_{РЛ(c)}^j &= S_{ПЛ(c)}^j \cdot K_{(c)}^j = \\ &= \sum_{j=1}^m S_{РЛ(\varepsilon)}^j = \sum_{j=1}^m S_{ПЛ(\varepsilon)}^j \cdot K_{(\varepsilon)}^j, \end{aligned} \quad (3)$$

где  $S_{РЛ(c)}^j$  – реализуемые затраты с нарастающим итогом по  $j$ -му сечению инве-

стиционного процесса;  $S_{ПЛ(c)}^j$  – планировавшиеся затраты с нарастающим итогом по  $j$ -му сечению инвестиционного процесса;  $K_{(c)}^j$  – коэффициент риска по  $j$ -му сечению инвестиционного процесса.

$$\begin{aligned} S_{РЛ}^I &= S_{ПЛ}^I \cdot K^I = \\ &= \sum_{j=1}^X S_{ПЛ(\varepsilon)}^j \cdot K_{(\varepsilon)}^j, \end{aligned} \quad (4)$$

где  $S_{РЛ}^I$  – реализуемые затраты с нарастающим итогом по десятому сечению или полные затраты по инвестиционному проекту;  $S_{ПЛ}^I$  – планировавшиеся затраты с нарастающим итогом по десятому сечению или полные затраты по инвестиционному проекту;  $K^I$  – коэффициент риска по инвестиционному проекту или по десятому сечению ( $X$ ).

Вся иерархия коэффициентов включает в себя четыре уровня:

$$\begin{aligned} K^i &– \text{для отдельных работ;} \\ K_{(\varepsilon)}^j &– \text{для этапов проекта;} \\ K_{(c)}^j &– \text{для сечений процесса с} \\ &\text{нарастающим итогом;} \end{aligned}$$

$K^I$  – для всего инвестиционного проекта.

Все коэффициенты связаны зависимостью, представленной в следующих формулах:

$$\begin{aligned} K_{(\varepsilon)}^j &= \frac{\sum_{i=1}^n (s_{ПЛ}^i \cdot K^i - s_{ПЛ}^i) + S_{ПЛ(\varepsilon)}^j}{S_{ПЛ(\varepsilon)}^j} = \\ &= \frac{\sum_{i=1}^n s_{ПЛ}^i (K^i - 1) + S_{ПЛ(\varepsilon)}^j}{S_{ПЛ(\varepsilon)}^j}; \end{aligned} \quad (5)$$

$$K_{(c)}^j = \frac{\sum_{j=I}^m (S_{\Pi L(\Theta)}^j \cdot K_{(\Theta)}^j - S_{\Pi L(\Theta)}^j) + S_{\Pi L}^j}{S_{\Pi L}^j} = \frac{\sum_{j=I}^m S_{\Pi L(\Theta)}^j (K_{(\Theta)}^j - 1) + S_{\Pi L}^j}{S_{\Pi L}^j}; \quad (6)$$

$$K^{II} = \frac{\sum_{j=I}^X (S_{\Pi L(\Theta)}^j \cdot K_{(\Theta)}^j - S_{\Pi L(\Theta)}^j) + S_{\Pi L}^{II}}{S_{\Pi L}^{II}} = \frac{\sum_{j=I}^X S_{\Pi L(\Theta)}^j (K_{(\Theta)}^j - 1) + S_{\Pi L}^{II}}{S_{\Pi L}^{II}}. \quad (7)$$

Подставим (5) в (6), после сокращения получим

$$K_{(c)}^j = \frac{\sum_{j=I}^m (\sum_{i=1}^n s_{\Pi L}^i (K^i - 1) + S_{\Pi L(\Theta)}^j - 1) + S_{\Pi L}^j}{S_{\Pi L}^j}. \quad (8)$$

Подставим (5) в (7), после сокращения получим

$$K^{II} = \frac{\sum_{j=I}^X (\sum_{i=1}^n s_{\Pi L}^i (K^i - 1) + S_{\Pi L(\Theta)}^j - 1) + S_{\Pi L}^{II}}{S_{\Pi L}^{II}}. \quad (9)$$

Как видно из формул, в основе вычисления всех коэффициентов риска (этапа, сечения, проекта) лежит коэффициент риска элементарной работы  $K^i$ .  $K_{(\Theta)}^j$  вычисляется только на основе  $K^i$ .  $K_{(c)}^j$  и  $K^{II}$  формируются на основе  $K_{(\Theta)}^j$ .

#### Библиографический список\*

1. Балабанов, И.Т. Риск-менеджмент / И.Т. Балабанов. – М. : Финансы и статистика, 1996. – 342 с.
2. Бачкаи, Т. Хозяйственный риск и методы его измерения / Т. Бачкаи [и др.]; пер. с венгер. К.Л. Горфана, Н.М. Озимка. – М. : Экономика, 1979. – 182 с.
3. Бешелев, С.Д. Математико-статистические методы экспертных оценок / С.Д. Бешелев, Ф.Г. Гурвич. – М. : Статистика, 1980. – 264 с.

4. Валравен, К.Д. Управление рисками коммерческого банка : учеб. пособие / К.Д. Валравен; под ред. М.Э. Уорд и Я.М. Миркина. – 1993. – 94 с.

5. Гермейер, Ю.Б. Введение в теорию исследования операций / Ю.Б. Гермейер. – М. : Наука, 1971. – 384 с.

6. Гмурман, В.Е. Теория вероятностей и математическая статистика : учеб. пособие для студентов вузов / В.Е. Гмурман. – 6-е изд., стереотип. – М. : Высш. шк., 1998. – 479 с.

7. Гутер, Р.С. Элементы численного анализа и математической обработки результатов опытов / Р.С. Гутер, Б.В. Овчинский. – М. : Наука, 1970. – 432 с.

\*Здесь и далее библиографические списки приводятся в авторской редакции.

## Секция 2

# ТЕХНОЛОГИИ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ. НАНОТЕХНОЛОГИИ

УДК 691.34

Л.В. Закревская, Ю.В. Баранова, В.Е. Ваганов

### МОДИФИЦИРОВАНИЕ УГЛЕРОДНЫМИ НАНОСТРУКТУРАМИ ЯЧЕЙСТЫХ БЕТОНОВ И БЕТОНОВ С ЛЕГКИМИ ПОРИСТЫМИ ЗАПОЛНИТЕЛЯМИ

*Приведен опыт применения углеродных наночастиц в качестве модификаторов для ячеистых бетонов, увеличивающих их механические характеристики. Рассматриваются перспективы использования углеродных модификаторов для бетонов с легкими пористыми заполнителями на основе пеностекла.*

В ближайшем будущем ученые прогнозируют переход общества к шестому технологическому укладу, характеризующему союзом информационных, нано- и биотехнологий. Большую роль в развитии нанотехнологий играют специалисты в области производства строительных материалов и материаловедения.

Основное направление исследований – применение наносистем в качестве добавок-модификаторов при производстве строительных материалов.

Термин “наномодифицированный бетон” объединяет в себе как легкие теплоизоляционные виды бетонных материалов, так и конструкционные бетоны. В таблице приведены их свойства.

*Свойства бетонов*

Класс	Плотность, т/м <sup>3</sup>	R <sub>сж</sub> , МПа
Легкие	0,4 – 0,9	2,0 – 20
Конструкционные	1,5 – 1,8	30 – 50

Авторами была предпринята попытка получения ячеистых бетонов с повышенной прочностью и пониженной теплопроводностью путем введения в формовочную смесь углеродного наноматериала.

Основная проблема, возникающая при введении углеродного наноматериала в строительные композиционные материалы, –

равномерное распределение наночастиц в объеме материала. Она решалась методом ультразвукового диспергирования в водной среде с добавлением неорганического ПАВ.

Можно предположить, что нанотрубки в смеси вяжущих ведут себя как “инициаторы” кристаллизации. Вступая во взаимодействие с компонентами бетона, наномоди-



фикаторы заставляют кристаллы силикатов расти во всех направлениях, при этом образуется пространственная сеть игольчатых кристаллов (рис. 1). Игольчатые образования могут выполнять роль микроарматуры. Этим объясняется прирост механической прочности модифицированных образцов.

Проведенные исследования подтверждают перспективность создания новых строительных материалов с применением углеродных наноматериалов в качестве модифицирующих добавок. Таким образом, можно целенаправленно управлять фазовым составом и структурой бетонов. Например, на основе обычных по составу бетонов можно создавать высокопрочные, применять рядовые пластификаторы вместо дорогих суперпластификаторов, получая при этом бетонные смеси с повышенными технологическими параметрами и затвердевший бетон с высоки-

ми эксплуатационными свойствами, так как наиболее существенное влияние на свойства бетона оказывает зерновой состав, прочность и зерновой состав заполнителя.

Следующий этап работы предполагает изучение поведения наномодификаторов в легких бетонах неавтоклавного твердения с заполнителями из гранулированного пеностекла (рис. 2), так как заполнитель воспринимает усадочные напряжения и может в несколько раз уменьшить усадку бетона. Гранулы пеностекла характеризуются высокой пористостью и однородностью состава. Эти особенности должны позволить уменьшить плотность изделий при увеличении прочности и в конечном итоге расширить область применения конечного продукта в качестве не только теплоизоляционного, но и конструкционного материала.

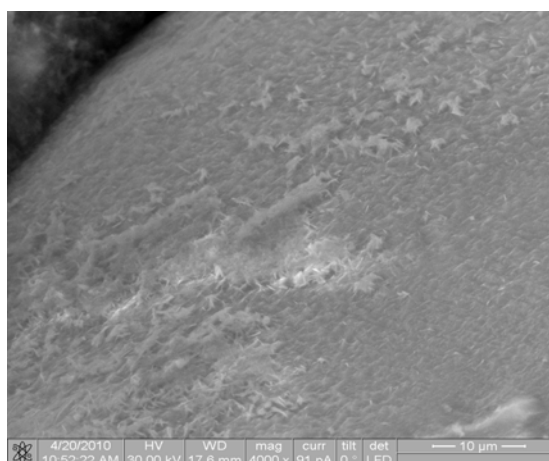
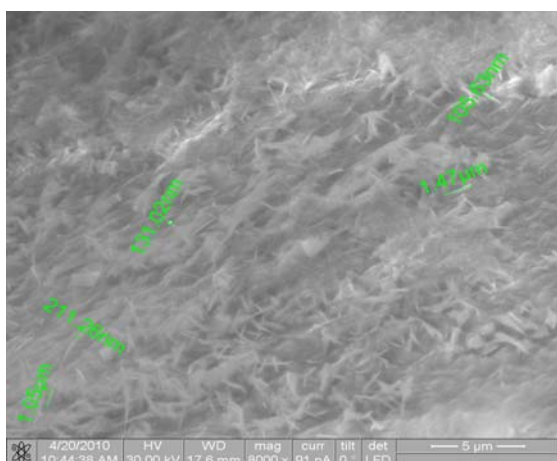


Рис. 1. Новообразования в структуре модифицированного пенобетона



Рис. 2. Легкий бетон с гранулированным пеностеклом

## ОСНОВНЫЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ ТРУБОПРОВОДНОГО ТРАНСПОРТА БЕТОННЫХ СМЕСЕЙ И СТРОИТЕЛЬНЫХ РАСТВОРОВ

*Изучаются и систематизируются технологические факторы трубопроводного транспорта бетонных смесей и строительных растворов.*

Разработанная система основных технологических факторов трубопроводного транспорта бетонных смесей и строительных растворов позволяет установить их влияние на технико-экономические показатели применения этих видов транспорта.

Для разработки теоретических положений транспортирования бетонных смесей и строительных растворов по трубопроводам, для определения рациональных технологических режимов подачи смесей по трубопроводам и границ эффективного применения машин и установок для трубопроводного транспорта и установлены закономерности взаимосвязей технологических параметров, параметров машин и установок и реологических свойств строительных смесей (см. рисунок).

Общая их взаимосвязь оптимизировалась по следующим критериям:

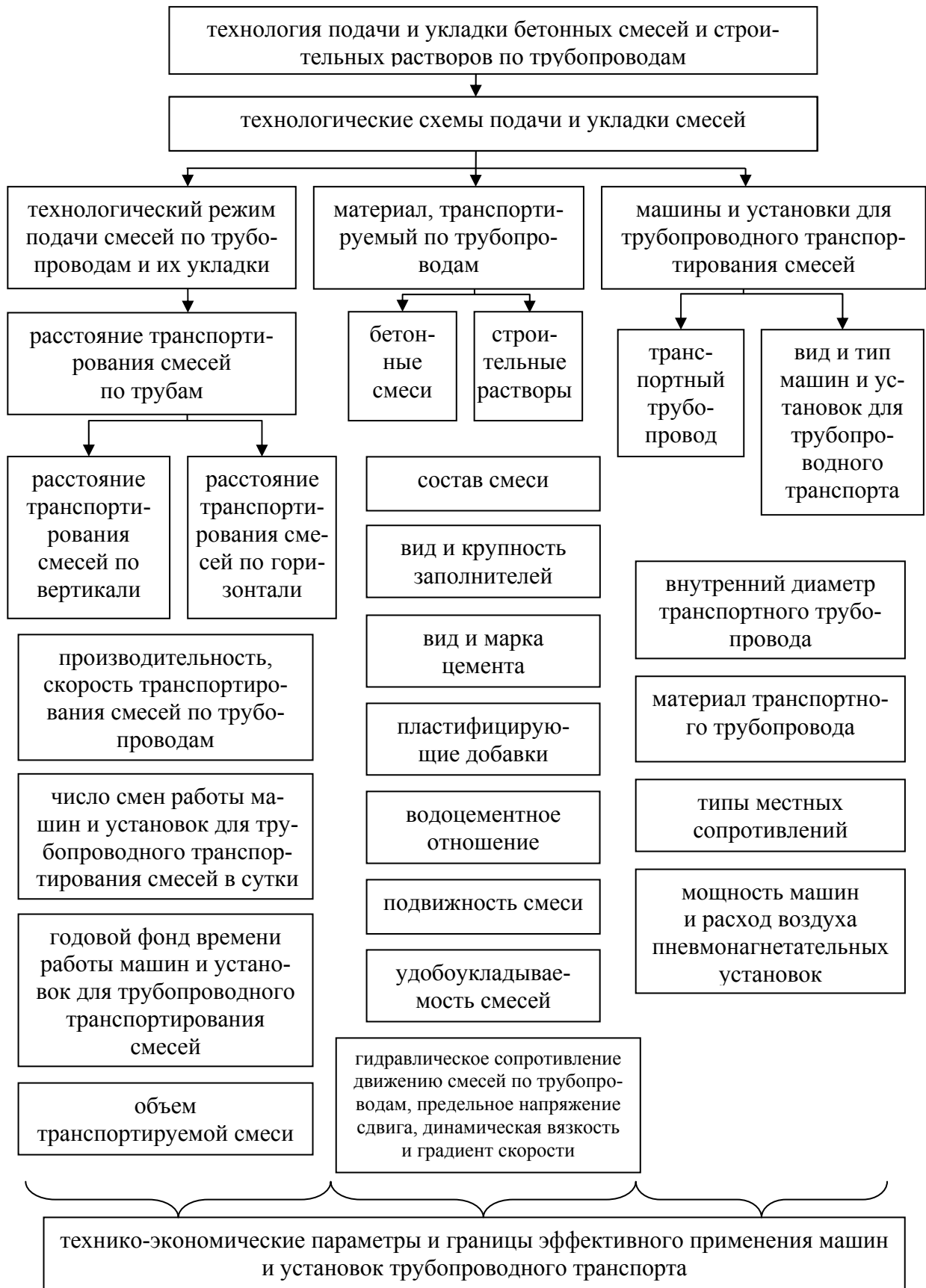
- технологическим (расстояние транспортирования смеси, производительность подачи и укладки смеси, скорость транспортирования смеси по трубопроводу, число смен работы машин и установок, объем транспортируемой смеси);

- гидравлическим (сопротивление движению смеси по трубопроводу);

- экономическим (приведенные затраты).

Определяющие факторы технологических схем трубопроводного транспорта строительных смесей – технологический режим подачи и укладки смесей; транспортируемый материал (бетонные смеси и строительные растворы); гидравлическое сопротивление движению смесей по трубопроводам; реологические характеристики смесей (предельное напряжение сдвига и коэффициент динамической вязкости); машины и установки для транспортирования смесей по трубопроводам.

При выполнении бетонных работ наиболее эффективно при подаче и укладке бетонной смеси применение машин и установок для трубопроводного транспорта. Такая технология требует четкой организации работ, заключающейся в приготовлении и своевременной доставке на объекты смесей, тщательном подборе и контроле их составов, выборе параметров машин и установок трубопроводного транспорта и определении эффективности их эксплуатации.



Система технологических факторов трубопроводного транспорта строительных смесей

При организации бетонных работ и транспортировании строительных растворов учитываются: местные условия строительства, состав объекта, его компоновка, последовательность возведения строений, общие климатические условия и время года, в которое выполняются бетонные работы и транспортирование раствора, режим подачи, подъем и укладка смесей и т.д.

Способ транспортирования бетонных смесей и строительных растворов зависит от объемно-планировочных и конст-

руктивных решений зданий и сооружений, объемов работ, продолжительности строительства и т.д. В зависимости от интенсивности укладки смеси определяются объемы транспортирования в единицу времени. При выборе укладки руководящим принципом является обеспечение наименьшего числа перегрузок. Выбор способа транспортирования смесей осуществляется из условия сохранения ее однородности и подвижности при доставке к месту укладки.

УДК 691.34

А.С. Семенов

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НАНОДОБАВОК ПРИ ПЕРЕРАБОТКЕ ЗОЛ ВЛАДИМИРСКОЙ ТЭЦ

*Посвящена проблемам применения промышленных отходов в качестве добавок в основные строительные материалы, оптимального использования физических и химических свойств промышленных отходов, в том числе на наноуровне.*

В 1962 г. была введена в эксплуатацию Владимирская ТЭЦ, которая использовала в качестве топлива каменный уголь. Основными поставщиками угля были Кузнецкий и Печерский угольные бассейны. С 1999 г. Владимирская ТЭЦ в качестве топлива использует природный газ. Резервное топливо – мазут.

Золотвалы ТЭЦ занимают значительную территорию, являются источником загрязнения воздушного и водного бассейнов и увеличивают минерализацию грунтовых вод.

Зола – это несгорающий остаток (с зернами меньше 0,16 мм) образующихся минеральных примесей топлива при полном его сгорании, также осаждаемый из дымовых газов. Содержание золы при сжигании каменного угля может достигать 45 % от его массы.

По способу удаления различают:

- золу сухого отбора (зола уноса);
- золу мокрого отбора (зола гидроудаления).

Зола сухого улавливания поступает с электрофильтров и из циклонов ТЭЦ в золоборники и затем отправляется специальным пневмотранспортом в силосные склады. Зола уноса представляет собой тонкодисперсный материал с очень мелкими частицами, что позволяет использовать его без дополнительного помола. Зола мокрого отбора улавливается при очистке золоборников с помощью воды, при этом зола и шлак в виде пульпы удаляется в отвалы.

Топливный шлак – это материал, скапливающийся в нижней части топочно-го пространства тепловых агрегатов и удаляемый в жидком или спекшемся состоя-

нии. При совместном удалении золы и шлака гидротранспортом образуется золошлаковая смесь (ЗМШ).

Химический и минерально-фазовый составы, строение и свойства ЗМШ зависят от состава минеральной части топлива, его теплотворной способности, режима сжигания, способа ее улавливания и удаления, места отбора из отвалов. При высоких температурах сжигания топлива (1200-1600 °С) минеральные примеси претерпевают изменения, в них протекают сложные физико-химические процессы, выделяется химически связанная вода силикатов и алюмосиликатов, разлагаются карбонаты, идут реакции в твердой фазе, происходит плавление, кристаллизация, силикатообразование, стеклообразование и др., поэтому золы и шлаки ТЭЦ имеют сложный химический и минералогический составы.

По химическому составу золы и шлаки подразделяются на основные, кислые и нейтральные. Основные золы содержат гидравлически активные компоненты и являются самостоятельным вяжущим. Кислые золы обладают свойствами типичных пуццоланов и могут применяться как активные минеральные добавки.

В России золы и золошлаковые смеси образуются на 200 ТЭЦ, и только приблизительно на 20 из них имеются установки для сухого улавливания золы. По данным Всероссийского теплотехнического научно-исследовательского института (ВТИ) в отвалах энергосистем России на 2001 г. находится 1,2 млрд т золошлаковых материалов, в том числе в отвалах Владимирской ТЭЦ – 1909,839 тыс. т.

Уровень утилизации этих отходов в России составляет 10 %. Для сравнения во Франции и Германии – 70 %, в Финляндии – 90 % их текущего выхода.

Исследованием ЗМШ занимались такие ученые, как Н.А. Попов, Н.А. Иванов, Г.Н. Книгина, М.В. Балахин, Е.А. Галибина, А.В. Волженский, В.Н. Виноградов, В.А. Мелентьев и др.

Установлено, что основным критерий определения способности золы и шлака проявлять вяжущие свойства – наличие кальция в свободном или в связанном виде. По предварительным данным известно, что золы, образованные от сжигания угля Кузнецкого месторождения, отличаются низким содержанием оксида кальция, поэтому их использование в составе бетона требует теоретического и экспериментального исследований.

Как указывалось выше, золы ТЭЦ отличаются большим разнообразием химического и минерально-фазового составов, поэтому исследование комплексного использования золы Владимирской ТЭЦ с нанодобавками, несомненно, представляет научный интерес.

Введение золы с углеродистыми нанотрубками в состав бетонной смеси позволяет снизить водоцементное соотношение и увеличить осадку конуса. В данном случае углеродистые нанотрубки являются активизаторами формирования структуры бетона, увеличивающими эффект от введения золы в состав бетонной смеси.

Использование золы Владимирской ТЭЦ с добавлением углеродистых нанотрубок в составе бетонной смеси улучшает физико-механические характеристики бетона, в том числе прочность при сокращении расхода цемента, водонепроницаемость и морозостойкость.

Схема проведения исследований показана на рисунке.



Схема проведения исследований

Создание продукции с использованием золы Владимирской ТЭЦ способствует:

- снижению уровня загрязнения окружающей среды;
- освобождению территории золоотвалов;
- повышению эффективности использования топливно-энергетических ресурсов;

- сырьевому обеспечению базовых отраслей производства строительных материалов;
- снижению стоимости самой продукции, произведенной с использованием вторичного сырья.

УДК 691.34

Е.Е. Мельков, А.А. Миронов, Н.Н. Тур  
Р.Н. Прохоров, К.М. Кузнецов

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЖИДКОГО ТЕПЛОСБЕРЕГАЮЩЕГО ПОКРЫТИЯ НА ОСНОВЕ АКРИЛОВОЙ КОМПОЗИЦИИ «БУТАКРИЛ ТМ»

*Анализируются вопросы использования окрасочного метода теплоизоляции на основе современных акриловых композиций.*

Учитывая постоянный рост цен на энергоресурсы, строительство зданий и монтаж оборудования, прокладка комму-

никаций с высоким уровнем теплоизоляции становится особой необходимостью. Затраты на отопление в таких зданиях в

2 – 3 раза меньше по сравнению с обычным кирпичным домом. Почти все промышленно развитые страны имеют сегодня новые, предусмотренные законом требования к строительной теплоизоляции для отапливаемых и кондиционируемых помещений. В результате такого подхода в европейских странах на отопление 1 м<sup>2</sup> жилья в среднем расходуется 2 кг условного топлива, тогда как в России - 12,5 кг. Для повышения уровня энергосбережения создаются специальные изолирующие системы - наружные (для стен и крыш) и внутренние (для прокладки отопительных устройств в полу), которые не только значительно экономят средства, но и снижают риск технических ошибок при проектировании и реализации строительных объектов. Необходимость применения дополнительных изоляционных слоёв способствует развитию новых решений, связанных прежде всего с переходом на более эффективные теплосберегающие материалы для строительных конструкций. Одно из перспективных направлений предупреждения теплопотерь – использование в качестве утеплителя сверхтонкого звуко-, тепло-, гидро- и холодозащитного покрытия «БУТАКРИЛ тм - ТЕПЛО».

«БУТАКРИЛ тм - ТЕПЛО» – это сверхтонкое жидкое теплосберегающее покрытие на основе акриловой композиции «БУТАКРИЛ тм» неорганических пигментов и полых вакуумированных сфер, которые обладают очень высокими теплосберегающими свойствами. «БУТАКРИЛ тм - ТЕПЛО» – универсальное атмосферное покрытие, которое используется для нанесения на металл, кирпич, бетон как внутри, так и снаружи помещений. Может применяться вместо существующих традиционных теплоизолирующих покрытий или в сочетании с ними. Один килограмм «БУТАКРИЛ тм - ТЕПЛО» соответствует двум литрам (в жидком состоянии). Рекомендуемая температура поверхности при нанесении ма-

териала – от 5 до 150 °С, расход на 1 м<sup>2</sup> при толщине слоя 1 мм составляет 0,670 кг. При нанесении можно получить одновременно теплоизолирующий слой от 0,5 до 1,5 мм на поверхностях любой формы и конфигурации, в любых труднодоступных местах. После полного затвердения поверхность может быть окрашена алкидной или акриловой краской любого цвета в соответствии с технологическим назначением оборудования или по желанию потребителя. Время полной сушки слоя в 1 мм зависит от температуры и составляет от 15 мин до 2 ч, время полной полимеризации при комнатной температуре и нормальной влажности – 6 часов. Эффективная толщина слоя составляет 1 – 2 мм. Внешний вид и рабочее состояние «БУТАКРИЛ тм - ТЕПЛО» – жидкая сметанообразная суспензия. При хранении в закрытой таре возможно расслоение компонентов покрытия и образование в верхней части тары легкоразмешиваемого разрушаемого слоя из наполнителя, а в верхней части жидкого акрилового сополимера. Такое состояние не является технологическим браком при изготовлении и хранении покрытия. При перемешивании покрытия в таре оно легко приводится в рабочее состояние - жидкую сметанообразную суспензию. Количество сополимера на дне тары достаточно для приведения покрытия в рабочее состояние. «БУТАКРИЛ тм - ТЕПЛО» обладает отличными изолирующими свойствами по отношению к теплу и холоду. В его состав входят керамические полые вакуумированные сферы, которые обладают очень высокими теплоизолирующими показателями. Связующий материал – акриловая композиция.

В отличие от других материалов «БУТАКРИЛ тм - ТЕПЛО» не гигроскопичен, обладает относительно высокой механической прочностью, высокой степенью адгезии к бетону, дереву, металлу и пластику, инертен к действию кислот и

щелочей, не разрушается под воздействием ультрафиолетового излучения и атмосферных явлений. Благодаря своим свойствам «БУТАКРИЛ тм – ТЕПЛО» используется для теплоизоляции стен, потолков, крыш, перекрытий, полов, трубопроводов горячего и холодного водоснабжения, дверных металлических полотен, а также промышленного оборудования и в других областях. Применяя «БУТАКРИЛ тм – ТЕПЛО», можно получать теплоизолирующее покрытие на поверхностях любой формы (например на сантехнических изделиях запорной арматуры – вентилях, задвижках и т.д.). Учитывая, что примерно 30 % тепла теряется через непокрытые фланцевые соединения и арматуру, при-

менение «БУТАКРИЛ тм – ТЕПЛО» уже оправдано. Покрытие устраняет образование конденсата на трубах холодного водоснабжения и воздухопроводов, эксплуатируется при температуре от –50 до +750 °С в зависимости от рецептуры. С увеличением количества наносимых слоёв растёт эффект теплозащиты. С целью защиты «БУТАКРИЛ тм – ТЕПЛО» от повышенных механических нагрузок и истирания, а также увеличения гарантийного срока эксплуатации возможно нанесение цветного декоративного финишного армирующего покрытия или окрашивание алкидной или акриловой краской. Срок службы покрытия при нормальной эксплуатации – не менее 10 лет.

УДК 625.7/8

А.В. Вихрев, Р.А. Вихрев

## АСФАЛЬТОБЕТОН ИЗ ЭЛАСТОМЕРНЫХ ВЯЖУЩИХ

*Рассматривается вопрос применения асфальтобетона из эластомерных вяжущих вместо традиционных битумов.*

Асфальтобетон по своей структуре – это типичный гетерофазный композиционный материал, имеющий жесткий минеральный остов, помещенный в псевдожидкую матрицу вяжущего.

При использовании высококачественных износостойких природных или искусственных минеральных материалов эксплуатационная долговечность и качество дорожных покрытий зависит главным образом от общественных свойств битумных вяжущих.

В России широко развилась технология получения битумов по методу барботажного окисления (окислительного дегидрирования). В результате применения метода резко уменьшается устойчивость к воздействию воды, снижаются адгезионные свойства.

В связи с этим основное направление повышения качества и долговечности дорожных покрытий – модификация битума за счет введения в него различного рода добавок. В качестве наиболее доступного и дешевого модификатора была выбрана шинная крошка.

Шинная резина представляет собой высококачественный и высокотехнологичный продукт химической промышленности, который обладает уникальным комплексом свойств.

Необходима технология, позволяющая из дорожных битумов невысокого качества и достаточно дешевых эластомерных модификаторов (крошка из резины амортизированных шин) получать битумно-резиновые материалы, в которых резина полностью не разлагается и не рас-



творяется, а проявляет свои высокие эксплуатационные свойства уже в составе нового композиционного материала.

После проведения анализа различных технологий получения резинобитумного вяжущего наибольший интерес вызвали разработки ООО НПП «ИНФОТЕХ», а именно резинобитумное вяжущее БИТРЭК. Это вяжущее изготавливается путем введения в обычный дорожный битум резиновой крошки (8 – 10 % от массы битума) и химических реагентов-катализаторов, связывающих частицы резины и битума.

Было изготовлено четыре образца асфальтобетона: 1-й – на исходном дорожном битуме БНД 90/130 Кстовского НПЗ; 2-й – на БИТРЭКе с содержанием катализаторов 0,8 % от массы исходного битума; 3-й – на БИТРЭКе с содержанием катализаторов 1 % от массы исходного битума; 4-й – на БИТРЭКе с содержанием катализаторов 1,2 % от массы исходного битума (табл. 1). Результаты испытаний на основные физико-механические свойства приведены в табл. 2.

Таблица 1

*Составы асфальтобетонных образцов*

Образец / Содержание компонентов, %	Состав № 1	Состав № 2	Состав № 3	Состав № 4
Битум БНД 90/130 Кстовского НПЗ	7,7	5,0	5,0	5,0
Резиновая крошка (размер частиц – 0,2 - 0,6 мм)	-	9,0	9,0	9,0
Химические реагенты	-	0,8	1,0	1,2
Минеральный порошок	10	10	10	10
Песок (фракции менее 5 мм)	45	45	45	45
Щебень М1000 (фракции 5 – 10 мм)	30	30	30	30
Щебень М1000 (фракции 10 – 20 мм)	15	15	15	15

Таблица 2

*Характеристики образцов асфальтобетона типа Б марки I на дорожном битуме БНД 90/130 и вяжущем БИТРЭК*

Показатель	Асфальтобетон на БНД 90/130 (5,7 %)	Асфальтобетон на БИТРЭК 90/130 (5,5 %) с содержанием реагента, %			Требования ГОСТ 9128-97
		0,8	1	1,2	
Прочность при сжатии, МПа:					
- при 50 °С	1,3	1,9	2,4	2,5	≥ 1,2
- при 20 °С	3,6	4,2	5,8	6,0	≥ 2,5
- при 0 °С	11,5	9,6	8,7	8,9	≤ 11,0
Водостойкость	0,91	0,97	1,0	1,0	≥ 0,90
Водостойкость при длительном водонасыщении	0,76	0,94	0,99	0,99	≥ 0,85
Водонасыщение, %	3,6	2,4	1,7	1,65	1,5 – 4,0
Средняя плотность, г/см <sup>3</sup>	2,33	2,35	2,38	2,39	–

Учитывая, что свойства полученных образцов значительно превосходят требования ГОСТ 9128-97, можно спрогнозировать увеличение срока службы покрытия до 14 – 16 лет, а возможно и больше.

Вязущие материалы БИТРЭК дают возможность решить проблемы, возникающие по причине низкого качества и недостатка необходимых свойств у отечественных полностью "выжатых" нефтепереработчиками окисленных битумов. В асфальтобетонах проявился целый ряд положительных эффектов, связанных с неоднородным композиционным составом вяжущего и его химическими свойствами. Причем экономическая эффективность новых битумнорезиновых материалов очевидна по ряду причин.

- Для производства материалов БИТРЭК и работы с ними используется широко распространенное недорогое отечественное оборудование, которое имеется на большинстве асфальтобетонных заводов и битумных базах, даже технически устаревших.

- Не требуется, как например в США, создавать высокотехнологичную, а соответственно чрезвычайно дорогую, индустрию по производству специального оборудования для смешивания битумов с резиновой крошкой, транспортировки и перекачивания вязкой смеси и введения ее в асфальтобетонную смесь.

- Готовые вяжущие БИТРЭК перевозятся в стандартных битумовозах и, как показал опыт, прекрасно подходят для применения практически на любых типах асфальтобетонных заводов.

- Резиноасфальтобетонные смеси на основе БИТРЭК прекрасно укладываются всеми имеющимися в распоряжении дорожников асфальтоукладчиками, как отечественными, так и зарубежными.

- Даже резиноасфальтобетоны литого типа машинной укладки на вяжущем БИТРЭК в отличие от финских, немецких и других зарубежных не требуют использования специального транспортного и укладочного оборудования, а перевозятся обычными самосвалами и укладываются стандартными асфальтоукладчиками.

Следует обратить внимание на то, что асфальтобетоны с применением БИТРЭК сочетают высокую прочность и сопротивление сдвиговым деформациям, что резко снижает колееобразование на покрытиях; имеют высокую устойчивость к трещинообразованию при низких температурах; отличаются высокой стойкостью к воде и климатическим воздействиям; обладают высоким коэффициентом сцепления с колесом автомобиля, низким уровнем шума.

Секция 3

# ТЕПЛОСНАБЖЕНИЕ И ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ

УДК 697.1/8

В.И. Тарасенко, В.М. Мельников,  
П.Я. Кириенко, А.В. Низов

## ПРЕДПОСЫЛКИ МОДЕЛИРОВАНИЯ В СИСТЕМАХ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ

*Рассмотрены вопросы совершенствования процесса застройки городов и увеличения энергосберегающих характеристик как отдельных домов, так и районов в целом.*

При проектировании перед инженером встает задача выбора оптимального варианта теплоснабжения одного дома, площадки застройки, микрорайона или целого города. Для древних центров России характерна хаотичность застройки, тогда как современные микрорайоны проектируются более упорядоченно. Хаотичность в расположении построек позволяет определить характерные параметры для тепловых сетей (такие как потери давлений в трубопроводах, тепловые потери, материальные характеристики сетей) только на стадии разработки рабочей документации, тогда как решение о переводе микрорайона города на централизованное теплоснабжение должно быть принято на предпроектной стадии, т.е. в кратчайшие сроки. В подобном случае необходимо применять методику аппроксимации основных параметров застройки города с целью создания модели. Поставим задачу моделирования тепловых сетей: находим

зависимости между стоимостными параметрами тепловых сетей, такими как капитальные и эксплуатационные вложения, и геометрическими параметрами расположения потребителей с целью упрощенного определения периодов окупаемости вложений.

Для создания расчетной модели города необходимо выявить основные параметры, влияющие на характеристики тепловых сетей. Материальная характеристика теплосети зависит от диаметра выбранных трубопроводов, которые подбираются в соответствии с допустимыми потерями давления в сетях, и длины участков.

Потери давления зависят от диаметра трубопроводов, расхода теплоносителя, протяженности сети и характеристик трубы и транспортируемой среды.

Объем пропускаемого теплоносителя зависит от тепловой нагрузки на потребителя и температурного графика тепловых сетей.

Тепловые потери в трубопроводах зависят от диаметра, толщины и свойств изоляции, температурного графика, способ прокладки трубопроводов тепловых сетей и длины труб.

Нормативные документы регламентируют проведение экономического расчета с целью определения проектных значений гидравлических и тепловых потерь трубопроводов, а также приводят максимальные значения для данных величин.

Из всего сказанного можно сделать вывод, что все характеристики тепловых сетей зависят друг от друга и от параметров застройки, таких как нагрузка на дом (расходы на участках тепловой сети), протяженность участков тепловой сети.

Таким образом, выделим два этапа в моделировании тепловых сетей города: создание модели города и непосредственное определение параметров тепловых сетей.

В реальности мы имеем дело с неоднородной застройкой города домами, коренным образом отличающимися своими энергосберегающими характеристиками. Но если разбить город на районы застройки с типовыми домами, то можно, рассчитав характеристики для одного дома, усреднить все остальные дома до этого уровня. Предлагается разбить застройку города по следующему принципу: здания до 1930 г. (дореволюционные дома); застройка 1930-1950 гг. (так называемые «сталинки»); застройка 1950-1980 гг. панельными домами (так называемые «хрущевки» и «брежневки»); застройка кирпичными домами с конца 1950-х по 1990-е гг. без энергосберегающих технологий; современная застройка кирпичными домами по новым техническим нормам и монолитные здания.

Для каждого периода принимаются следующие параметры: тепловые потери ограждающих конструкций; площадь жилья, приходящаяся на одного человека; высота этажа и средняя высота зданий. Как следствие, мы можем представить равномерно распределенную застройку микрорайона в

виде упорядоченной застройки однотипными домами, расположенными в центре одинаковых участков земли.

Теперь задача моделирования застройки микрорайона разбивается на две подзадачи: приведение всего разнообразия построек к типовой и определение тепловой нагрузки для одного типового дома; решение геометрической задачи расположения домов и прокладки тепловых сетей.

В реальном случае мы имеем неоднородную застройку местности зданиями различной высотности с разными площадями отводимых под них земельных участков. В случае, когда теплоснабжение здания ведется от крышной или отдельно стоящей собственной котельной, существенное значение для определения требуемой мощности котельного оборудования имеют индивидуальные особенности здания. Но в случае теплоснабжения целого района с многотысячным населением от районной котельной или ТЭЦ обычно затраты на магистральные трубопроводы от источника теплоты до центрального теплового пункта (ЦТП) приводят к значительному удорожанию строительства и эксплуатации тепловых сетей. К тому же в настоящее время чаще всего на ЦТП происходит разделение сети, эксплуатируемой теплогенерирующей компанией, и сетей, распределяющих теплоту к потребителям и обслуживаемых коммунальными службами.

Из этого можно сделать вывод, что теплогенерирующей компании не так важно, какой высотности и комфортабельности будут подключаемые здания, как значение подключаемой мощности и распределение ее по площади территории. При теплоснабжении от ТЭЦ всего города возможно усреднить параметры потребителя, чтобы узнать максимальный эффективный радиус сетей теплоснабжения.

На первом этапе необходимо определиться с минимальным числом подключаемых потребителей. Предлагается использовать данные положения для

20 зданий и более, причем максимальное значение единичной мощности должно быть не более 10 % от общей подключаемой нагрузки. К тому же при моделировании не учитывается входящая в микрорайон площадь земли, не подлежащая застройке (парки, сады, площади).

Далее рассмотрим типичные сведения о застройке города, доступные в интернете: площадь застройки, число жителей, площадь жилья, приходящаяся на одного человека, средняя этажность здания, общее число зданий (может быть рассчитано).

Число жилых зданий в спальном микрорайоне может быть определено следующим образом. Обратим внимание на этажность и год застройки района. Далее выберем из типовых серий здание, подходящее под описание среднестатистической застройки, и, разделив общую жилую площадь на площадь жилья для одного человека, получим число жителей одного дома. Затем, найдя отношение общего населения микрорайона к числу жителей в одном доме, получим число зданий в микрорайоне.

В административном центре города доля жилых домов мала, практически вся площадь застроена административными и общественными зданиями. В таком случае подобный способ определения числа зданий окажется неверным, необходимо знать точное значение жилой площади.

Площадь  $S$ , приходящуюся под строительство одного здания, возможно определить, разделив площадь застройки микрорайона на число зданий.

На следующем этапе необходимо определить тепловую нагрузку на единичном потребителе. Для этого воспользуемся «Методикой определения потребности в топливе, электрической энергии и воде при производстве и передаче тепловой энергии и теплоносителей в системах коммунального теплоснабжения» (МДК 4-05.2004) или возьмем данные из типового проекта, изменив их для данной местности.

В конце этого этапа получаем следующий результат: площадь единичного участка  $S$  и тепловую нагрузку  $Q$ , сосредоточенная в центре этого участка. Эти данные необходимы впоследствии при моделировании застройки микрорайона.

УДК 697.1/8

А.А. Рожков

## **НАХОЖДЕНИЕ ФУНКЦИИ ОТПУСКА И РЕГУЛИРОВАНИЯ ТЕПЛОВОЙ ЭНЕРГИИ МЕТОДОМ КОНЕЧНЫХ РАЗНОСТЕЙ**

*Описан алгоритм нахождения функции отпуска и регулирования энергии методом конечных разностей, который основан на допущении возможности замены непрерывного процесса изменения температуры дискретным как в пространстве, так и во времени.*

Количество теплоты, которое воспринимает или отдает поверхность в результате сложного лучисто-конвективного теплообмена в помещении, равно количеству теплоты, которое передается поверх-

ности или отводится от нее теплопроводностью. Тепловой баланс на поверхности соблюдается в стационарных и нестационарных условиях.

Из электротепловой аналогии следует, что падение температуры на каждом термическом сопротивлении, если оно расположено в ряду последовательно соединенных сопротивлений, составляющих общее термическое сопротивление ограждения, пропорционально его величине. Отсюда следует, что

$$\frac{t_B - \tau_B}{R_B} = \frac{t_B - t_H}{R_O}, \quad (1)$$

где  $R_O$ ,  $R_B$  – сопротивления теплопередаче соответственно всего ограждения и на его внутренней поверхности, ( $\text{м}^2 \cdot \text{°C}$ ) /Вт;  $t_B$ ,  $t_H$  – температуры внутреннего и наружного воздуха соответственно,  $\text{°C}$ ;  $\tau_B$  – температура внутренней поверхности ограждающей конструкции,  $\text{°C}$  [1].

В реальных условиях процесс теплопередачи гораздо сложнее, так как происходит постоянное изменение температуры как в пространстве, так и во времени (нестационарный режим). Такой процесс описывается дифференциальными уравнениями:

– для одномерного случая

$$\frac{\partial t}{\partial z} = a \frac{\partial^2 t}{\partial x^2}; \quad (2)$$

– в общем случае

$$\frac{\partial t}{\partial z} = a \left[ \frac{\partial^2 t}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 t}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 t}{\partial v^2} \right], \quad (3)$$

где  $\partial t$  – величина изменения температуры;  $\partial x$ ,  $\partial y$ ,  $\partial v$  – толщины бесконечно тонких слоев по осям координат, м;  $\partial z$  – бесконечно малый промежуток времени, ч;  $a = \lambda / (c\rho)$  – коэффициент температуропроводности среды,  $\text{м}^2/\text{ч}$  ( $\lambda$  – коэффициент теплопроводности, Вт/м· $\text{°C}$ ;  $c$  – коэффициент удельной тепло-

емкости · Вт · ч/кг· $\text{°C}$ ;  $\gamma$  – объемный вес, кг/м<sup>3</sup>).

Решение задач теплопередачи в нестационарном режиме сводится к интегрированию уравнений (2) и (3). Решение этих уравнений в общем виде представляет собой сложную задачу. Более простой способ решения данных уравнений – метод конечных разностей [2].

Данный метод основан на допущении возможности замены непрерывного процесса изменения температуры дискретным как в пространстве, так и во времени. При этом дифференциальные уравнения теплопроводности заменяются уравнениями в конечных разностях.

При одномерной задаче, когда движение тепла происходит только в направлении одной из осей координат, процесс описывается дифференциальным уравнением вида

$$\frac{\Delta \tau}{\Delta z} = a \frac{\Delta^2 \tau}{\Delta x^2}, \quad (4)$$

где  $\Delta \tau$  – конечные приращения температуры,  $\text{°C}$ ;  $\Delta z$  – конечные приращения времени, ч;  $\Delta x$  – толщина элементарных слоев в направлении оси  $x$ , м.

Такой случай возможен при передаче тепла через плоскую стенку неограниченного протяжения.

Для решения уравнения (4) разделим плоскую однородную стенку на элементарные слои одинаковой толщины  $\Delta x$ . Плоскости, разделяющие слои, обозначим номерами ...  $n-1$ ,  $n$ ,  $n+1$ , ... . Время разобьем на интервалы  $\Delta Z$ . Температуры определяем в плоскостях, разделяющих слои, и обозначаем их буквами  $\tau$  с двумя индексами (первый индекс – номер плоскости, второй индекс – момент времени, которому соответствует данная температура). Решая это уравнение относительно  $\tau_{n,z+1}$ , получим

$$\tau_{n,z+1} = \tau_{n,z} + a \frac{\Delta Z}{\Delta x^2} (\tau_{n+1,z} + \tau_{n-1,z} - 2\tau_{n,z}). \quad (5)$$

Выше дана общая формула для определения температуры в любой плоскости через интервал времени  $\Delta Z$  по температурам в этой же плоскости и в двух соседних плоскостях в предыдущий момент времени  $Z$ . Таким образом, расчет изменения температуры во времени сводится к последовательному вычислению температур во всех плоскостях стенки через равные интервалы времени  $\Delta Z$  по формуле (5).

В частном случае если подобрать значение  $\Delta Z$  и  $\Delta x$  таким образом, чтобы  $a \frac{\Delta Z}{\Delta x^2} = 0,5$ , то формула (5) примет вид

$$\tau_{n,z+1} = \frac{\tau_{n+1,z} + \tau_{n-1,z}}{2}. \quad (6)$$

Эта формула, имеющая очень простой вид, справедлива только при  $\Delta Z = \frac{\Delta x^2}{2a}$ .

Физический смысл формулы (6) состоит в том, что через данный интервал времени  $\Delta Z$  между плоскостями  $n+1$  и  $n-1$  устанавливается стационарное состояние теплопередачи. Следовательно, этот интервал времени максимальный, и при использовании формулы (5) можно принимать интервалы времени  $\Delta Z$ , не превышающие величину  $\Delta Z_{\max}$ , определяемые по формуле

$$\Delta Z_{\max} = \frac{\Delta x^2}{2a}. \quad (7)$$

Если величина  $\Delta Z_{\max}$  даже незначительно превышена, изменения температуры начинают носить беспорядочный, скачкообразный характер и расчет становится неверным. Чем меньше взяты интервалы времени, тем более точным будет расчет.

Для определения температур на поверхностях стены, рассмотрим два случая.

1. При  $\Delta Z = \Delta Z_{\max}$ . В этом случае исходя из того, что через интервал времени  $\Delta Z$  состояние теплопередачи между слоями становится стационарным, определяем  $\tau_1$  из условия теплового баланса. Количество теплоты, притекающее к поверхности от воздуха  $Q_1$ , и количество теплоты  $Q_2$ , отходящее от этой поверхности к другой плоскости за интервал времени  $\Delta Z$ , должно быть в сумме равно нулю, следовательно

$$\begin{aligned} & \alpha(\tau_{1,z+1} + t_B)\Delta Z = \\ & = \frac{\lambda}{\Delta x}(\tau_{1,z+1} - \tau_{2,z})\Delta Z, \end{aligned} \quad (8)$$

где  $\alpha$  – коэффициент теплообмена на внутренней ( $\alpha_B$ ) или наружной ( $\alpha_H$ ) поверхностях, Вт/(м<sup>2</sup>·°С);  $\lambda$  – теплопроводность материальных слоев ограждения, Вт/(м·°С).

Решая полученное выражение относительно  $\tau_{1,z+1}$ , получим

$$\tau_{1,z+1} = \frac{\alpha_B + \frac{\lambda}{\Delta x} \tau_{2,z}}{\alpha + \frac{\lambda}{\Delta x}}. \quad (9)$$

2. При  $\Delta Z < \Delta Z_{\max}$ . В этом случае в расчетную схему приходится вводить дополнительную плоскость, отстоящую от поверхности стены на расстоянии  $\Delta x_0$ , соответствующем толщине слоя, для которого  $\Delta Z_{\max}$  будет равно выбранному интервалу времени  $\Delta Z$ . Величина  $\Delta x_0$  определяется исходя из формулы (7) по выражению  $\Delta x_0 = \sqrt{2a\Delta Z}$ .

Температуры в этой плоскости вычисляются после определения температур в соседних плоскостях линейным интерполированием. Температуры на поверхности стены при этом находят по формуле (9), в

которой принимается  $\Delta x_0$  вместо  $\Delta x$  и температура дополнительной плоскости  $\tau_0$  вместо  $\tau_{2,z}$ .

Если стена состоит из нескольких различных материалов, то каждый слой делим на равные слои  $\Delta x$ , причем в отдельных слоях различных материалов величины  $\Delta x$  могут быть разными. Для каждого слоя стены определяем соответствующее ему значение  $\Delta Z_{\text{макс}}$ , после чего в расчете принимаем для всей стены одно значение  $\Delta Z$ , равное меньшему из значений  $\Delta Z_{\text{макс}}$ , полученных для различных слоев стены, или меньше его. Для слоя, в котором  $\Delta Z$  соответствует его максимальному значению, температуры находим по формуле (6), а в остальных слоях – по общей формуле (5).

В плоскости  $n$ , разделяющей слои из различных материалов, определяем температуру на основании соображений, что происходит изменение теплосодержания половины левого и половины правого слоев, примыкающих к плоскости  $n$ , в связи с изменением температуры этой плоскости за время  $\Delta Z$  от  $\tau_{n,z}$  до  $\tau_{n,z+1}$ .

$$\Delta Q = \frac{1}{2}(c_1 \gamma_1 \Delta x_1 + c_2 \gamma_2 \Delta x_2)(\tau_{n,z+1} - \tau_{n,z}). \quad (10)$$

Из условия теплового баланса  $\Delta Q = Q_1 - Q_2$ , получаем

$$\begin{aligned} & \frac{1}{2}(c_1 \gamma_1 \Delta x_1 + c_2 \gamma_2 \Delta x_2)(\tau_{n,z+1} - \tau_{n,z}) = \\ & = \left( \frac{\tau_{n-1,z} - \tau_{n,z}}{\Delta x_1} \lambda_1 - \frac{\tau_{n,z} - \tau_{n+1,z}}{\Delta x_2} \lambda_2 \right) \Delta Z. \quad (11) \end{aligned}$$

Решая это уравнение относительно  $\tau_{n,z+1}$ , получим формулу для расчета температуры на границе двух различных материалов:

$$\begin{aligned} \tau_{n,z+1} = & \frac{2\Delta Z}{c_1 \gamma_1 \Delta x_1 + c_2 \gamma_2 \Delta x_2} \times \\ & \times \left( \frac{\tau_{n-1,z} - \tau_{n,z}}{\Delta x_1} \lambda_1 - \frac{\tau_{n,z} - \tau_{n+1,z}}{\Delta x_2} \lambda_2 \right) + \tau_{n,z}. \quad (12) \end{aligned}$$

На основании приведенных расчетов по изменению температуры внутреннего воздуха возможно ориентировочно определить значение тепловой энергии, необходимой для поддержания требуемого температурного режима в помещении:

$$\Delta Q = (t_B - \tau_B) \alpha_B. \quad (13)$$

Достоинства метода конечных разностей заключаются в его простоте и универсальности. Применяя его, можно решать всевозможные задачи, связанные с нестационарным тепловым потоком. В расчете можно принимать любые изменения температур внутреннего и наружного воздуха во времени, а также коэффициентов теплопроводности во времени, что несколько проблематично при аналитическом решении дифференциальных уравнений теплопроводности.

При помощи данного метода возможно по известному прогнозу изменения температуры наружного воздуха получить заранее известную функцию изменения температуры внутреннего воздуха в помещении и использовать ее в дальнейшем как функцию отпуска и регулирования тепловой энергии для данного помещения или группы помещений. Такой подход может сократить время запаздывания изменения температуры внутреннего воздуха вследствие изменения наружной температуры, обусловленного инерционностью ограждающих конструкций и тепловой сети, тем самым улучшатся комфортные условия в отапливаемых помещениях и увеличится экономия тепловой энергии.



## Библиографический список

1. Богословский, В.Н. Отопление : учеб. для вузов / В.Н. Богословский, А.Н. Сканава. – М. : Стройиздат, 1991. – 735 с.

2. Фокин, К.Ф. Строительная теплотехника ограждающих частей зданий / К.Ф. Фокин. – Изд. 4-е, перераб. и доп. – М. : Стройиздат, 1973. – 287 с.

УДК 697.92

С.В. Угорова

## ВСТРАИВАЕМЫЙ ЭЛЕМЕНТ СМЕСИТЕЛЬНОЙ КАМЕРЫ

*Рассмотрена конструкция элемента смесительной камеры центрального кондиционера, улучшающая процесс смешения рециркуляционного и наружного воздуха и повышающая экономичность работы смесительной камеры.*

Встраиваемые элементы смесительных камер используются в центральных кондиционерах для смешивания наружного и рециркуляционного воздуха.

Известны конструкции доводочного воздухораспределителя, содержащие корпус с размещенными взаимоперпендикулярно камерами первичного и вторичного воздуха. В камере первичного воздуха находится панель с рядами эжектирующих сопел, а в камере вторичного воздуха – теплообменник. Сопла расположены с переменным шагом, уменьшающимся от ряда к ряду по ходу вторичного воздуха. Первичный и вторичный воздух направлены перпендикулярно относительно друг друга (вторичный воздух подсасывается сбоку). В корпусе размещена смесительная камера (патент РФ RU № 1355836 F24 F 13/04).

Недостаток – большое аэродинамическое сопротивление, которое приводит к снижению экономичности работы камеры.

Известна конструкция встраиваемого элемента для смесительных камер

аэродинамических установок (патент РФ RU № 2041455, G01M9/04, F24F13/04).

Встраиваемый элемент содержит корпус с боковыми стенками, нижней и верхней донными пластинами и торцевой стенкой, а также впуски двух частичных потоков и общий основной выпуск смешанного потока. Внутри элемента расположены полые тела.

Недостаток такой камеры – сложность конструкции, а также большое аэродинамическое сопротивление, так как потоки теплого воздуха выпускаются перпендикулярно потоку наружного воздуха, что снижает экономичность работы смесительной камеры.

На кафедре теплогазоснабжения, вентиляции и гидравлики предложена конструкция встраиваемого элемента смесительной камеры, на которую получен патент на полезную модель RU № 97485 U1 F24 F 13/00.

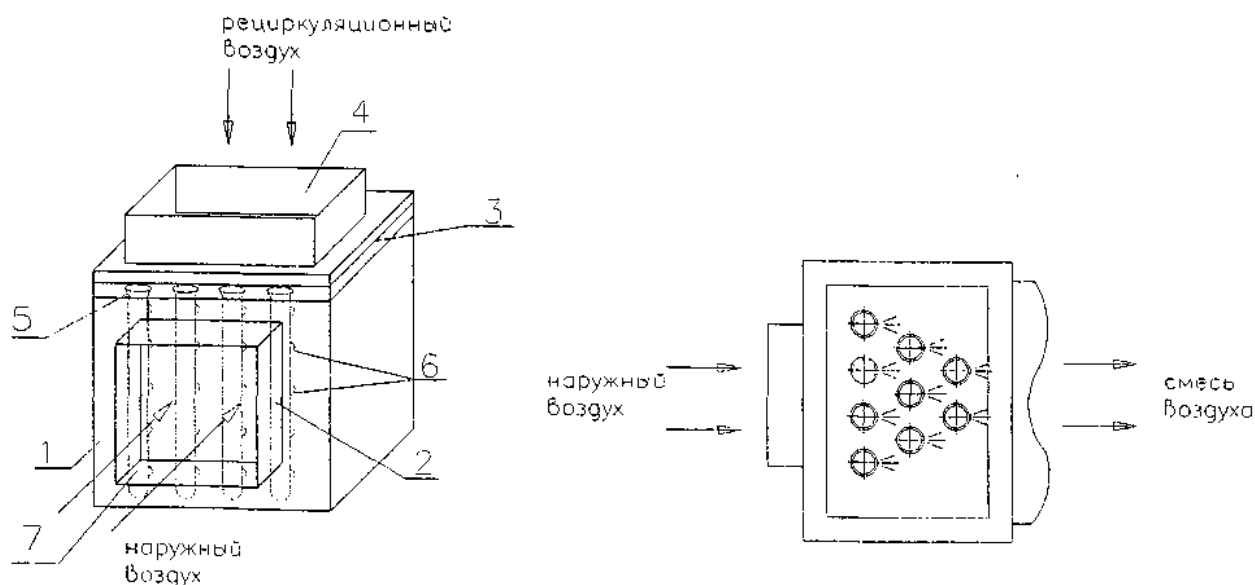
Технический результат при реализации полезной модели – это улучшение процесса обработки воздуха и повышение экономичности работы смесительной камеры.

Он достигается тем, что встраиваемый элемент смесительной камеры имеет следующую конструкцию. Содержит корпус, панель с теплоизолированными трубками, выполненными одинаковой высоты с конфузорами на входе рециркуляционного воздуха, при этом по высоте трубок равномерно установлены сопла. Теплоизолированные трубки, количество которых уменьшается от ряда к ряду на одну трубку в направлении смеси воздуха, расположены в шахматном порядке с переменным шагом.

На рисунке представлена схема встраиваемого элемента смесительной камеры. Он состоит из корпуса 1, в котором находятся теплоизолированные трубки 2 (стояки).

Теплоизолированные трубки закреплены в панели 3 в верхней части корпуса. Панель соединяется с рециркуляционным воздухопроводом 4. Для равномерного входа рециркуляционного

воздуха теплоизолированные трубки имеют конфузур 5. По высоте теплоизолированных трубок равномерно расположены сопла 6. Наружный воздух поступает через впускное отверстие 7, смешивается с рециркуляционным воздухом. Последний из воздухопровода поступает через конфузур в теплоизолированные трубки, выходит через сопла. Количество трубок уменьшается по ходу движения наружного воздуха. При этом рециркуляционный воздух эжектирует наружный воздух. Рециркуляционный воздух, выходящий из последнего ряда трубок, захватывает смесь воздуха наружного и воздуха, прошедшего предыдущий ряд трубок, и т.д. Смесь воздуха из блока поступает на дальнейшую обработку или в помещение. Механизм автоматического регулирования данной системы возможно разработать в перспективе.



Конструкция встраиваемого элемента смесительной камеры

## МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ ТРАНСПОРТА ТЕПЛОВОЙ ЭНЕРГИИ

*Рассматриваются вопросы математического моделирования при транспортировании тепловой энергии для целей оптимизации режимов эксплуатации установок на основе распределения потоков тепловой энергии.*

Для достижения энергетической эффективности при передаче тепловой энергии в системах централизованного теплоснабжения необходимо обеспечить снабжение каждого потребителя требуемым количеством тепловой энергии. При этом технологические потери и затраты на передачу тепловой энергии должны быть минимизированы. Математическое моделирование тепловых сетей позволяет разработать требуемые режимы эксплуатации, при которых рассчитанное распределение потоков тепловой энергии обеспечивает решение поставленных задач.

Математическая модель формируется для оптимизации параметров работы существующей тепловой сети системы централизованного теплоснабжения. За единицу тепловой сети принимается участок, который характеризуется постоянством расхода по длине без учета утечек. Математическую модель участка тепловой сети представим в виде трех зависимых параметров: потерь напора на участке; тепловых потерь через изоляционную конструкцию участка; потерь теплоносителя на участке.

Потери напора  $\Delta H$ , м, на участке тепловой сети определяют по формуле

$$\Delta H = 0,0827 \left[ \sum \zeta + 0,11 \frac{l}{d} \left( \frac{k_3 M + \frac{0,009773 d^2}{1 + 0,0337 t_2 + 0,000221 t_2^2}}{M d} \right)^{0,25} \right] \frac{M^2}{\rho_2^2 d^4}, \quad (1)$$

где  $\sum \zeta$  – сумма коэффициентов местных сопротивлений;  $l$ ,  $d$  – длина и внутренний диаметр участка трубопровода, м;  $k_3$  – коэффициент эквивалентной абсолютной шероховатости трубопровода;  $M$  – массовый расход теплоносителя, кг/с;  $t_2$  – температура

теплоносителя, °С;  $\rho_2$  – плотность теплоносителя, кг/м<sup>3</sup>.

Учитывая потери теплоносителя с утечками, получаем функцию изменения потерь напора по длине участка:

$$\Delta H(l) = 0,0827 \frac{(M_n - 5,45 \cdot 10^{-7} d^2 l \rho_2)^2}{\rho_2^2 d^4} \times \left[ \sum \zeta + 0,11 \frac{l}{d} \left( \frac{k_3 (M_n - 5,45 \cdot 10^{-7} d^2 l \rho_2) + \frac{0,009773 d^2}{1 + 0,0337 t_2 + 0,000221 t_2^2}}{(M_n - 5,45 \cdot 10^{-7} d^2 l \rho_2) d} \right)^{0,25} \right], \quad (2)$$

где  $M_n$  – массовый расход в начале участка, кг/с.

Для определения суммарной потери напора по участку вычисляем интеграл:

$$\Delta H = \int_0^l 0,0827 \frac{(M_n - 5,45 \cdot 10^{-7} d^2 l \rho_2)^2}{\rho_2^2 d^4} \times \left( \sum \zeta + 0,11 \frac{l}{d} \left( \frac{k_3 (M_n - 5,45 \cdot 10^{-7} d^2 l \rho_2) + \frac{0,009773 d^2}{1 + 0,0337 t_2 + 0,00022 t_2^2}}{1 + 0,0337 t_2 + 0,00022 t_2^2} \right)^{0,25} \right). \quad (3)$$

Напор воды в конце участка тепловой сети определяют по формуле

$$H_k = Z_n - Z_k + H_n - \Delta H, \quad (4)$$

где  $Z_n$  – геодезическая отметка начала участка, м;  $Z_k$  – геодезическая отметка конца участка, м;  $H_n$  – напор в начале участка, м.

Величину потерь теплоносителя  $G_{ym}$ , м<sup>3</sup>/ч, определяют по формуле

$$G_{ym} = n \frac{\pi d^2 l}{4}, \quad (5)$$

где  $n$  – доля утечки от объема заполнения участка тепловой сети.

Согласно Правилам технической эксплуатации электрических станций и сетей Российской Федерации значение  $n$  не должно превышать 0,0025. Для участка тепловой сети секундные потери теплоносителя  $G_{ym}$ , м<sup>3</sup>/с, составят

$$G_{ym} = 0,0025 \frac{\pi d^2 l}{4 \cdot 3600} = 5,45 \cdot 10^{-7} d^2 l. \quad (6)$$

Массовые потери теплоносителя  $M_{ym}$ , кг/с, составят,

$$M_{ym} = G_{ym} \rho_2 = 5,45 \cdot 10^{-7} d^2 l \rho_2. \quad (7)$$

Расход теплоносителя на конце участка находят по формуле

$$M_k = M_n - 5,45 \cdot 10^{-7} d^2 l \rho_2. \quad (8)$$

Величину потерь тепловой энергии в результате утечек теплоносителя  $Q_{ym}$ , кВт, определяют по формуле

$$Q_{ym} = M_{ym} (h_2 - h_{x.б}) = 5,45 \cdot 10^{-7} d^2 l \rho_2 (h_2 - h_{x.б}), \quad (9)$$

где  $h_2$  – энтальпия теплоносителя, кДж/кг;

$h_{x.б}$  – энтальпия исходной воды, подаваемой на источник теплоснабжения и используемой для подпитки тепловой сети, кДж/кг.

Величина потерь тепловой энергии при передаче по участку тепловой сети зависит от типа прокладки, материала и степени увлажнения изоляционных конструкций, температуры теплоносителя, температуры наружной поверхности изоляционной конструкции, теплопроводности и температуры грунта при подземной прокладке. Плотность теплового потока через поверхность одиночного трубопровода определяют по формуле

$$q = -\lambda \frac{\partial t}{\partial r}, \quad (10)$$

где  $\lambda$  – коэффициент теплопроводности;  $r$  – радиус-вектор, м;  $t$  – температура, °С.

В общем случае распределение температур в неограниченном изолированном трубопроводе при нестационарной теплопередаче характеризуется системой дифференциальных уравнений, каждое из которых описывает распределение температуры в конкретном слое:

– по толщине стенки трубы:

$$\frac{\partial t_1(r, \tau)}{\partial \tau} = a_1 \left( \frac{\partial^2 t_1(r, \tau)}{\partial r^2} + \frac{1}{r} \frac{\partial t_1(r, \tau)}{\partial r} \right), \quad (\tau > 0, R_1 \leq r \leq R_2); \quad (11)$$

– по толщине теплоизоляционного слоя:

$$\frac{\partial t_2(r, \tau)}{\partial \tau} = a_2 \left( \frac{\partial^2 t_2(r, \tau)}{\partial r^2} + \frac{1}{r} \frac{\partial t_2(r, \tau)}{\partial r} \right), \quad (\tau > 0, R_2 \leq r \leq R_3); \quad (12)$$

– по толщине гидроизоляционного покрытия:

$$\frac{\partial t_3(r, \tau)}{\partial \tau} = a_3 \left( \frac{\partial^2 t_3(r, \tau)}{\partial r^2} + \frac{1}{r} \frac{\partial t_3(r, \tau)}{\partial r} \right),$$

( $\tau > 0, R_3 \leq r \leq R_4$ ), (13)

где  $\tau$  – время, с;  $a$  – коэффициент теплопроводности;  $R_1$  – внутренний радиус трубопровода, м;  $R_2$  – наружный радиус трубопровода, м;  $R_3$  – наружный радиус теплоизоляционного слоя, м;  $R_4$  – наружный радиус гидроизоляционного покрытия, м.

Задав для системы уравнений (11)-(13) начальные и граничные условия, получаем модель распределения температур изолированного трубопровода при надземной прокладке.

После нахождения характеристических параметров для каждого участка определяют параметры эффективности работы тепловой сети в целом как средневзвешенные величины. Используя средневзвешенные значения параметров работы системы транспорта тепловой сети и задав допустимые значения данных параметров, можно рассчитать оптимальный радиус действия тепловой сети. Если фактический радиус действия системы транспорта тепловой энергии превышает рассчитанный оптимальный по одному или ряду перечисленных выше параметров, то разрабатывают мероприятия по повышению энергетической эффективности работы тепловой сети СЦТ.

УДК 697.1/.8

В.И. Тарасенко, А.А. Курникова, М.Р. Рачков

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БАЛАНСИРОВОЧНЫХ КЛАПАНОВ В ИНЖЕНЕРНЫХ СИСТЕМАХ ВЛАДИМИРСКОЙ ОБЛАСТИ**

*Приведены результаты наблюдений применения балансировочных клапанов в системах теплоснабжения. Даны научные рекомендации по расширенному использованию данных устройств.*

В процессе своего развития отопительные системы прошли долгий путь – от самых простейших до современных сложных автоматических устройств и приспособлений. На современном этапе развития необходима специальная процедура балансировки – выравнивание давления и расхода теплоносителя. Для этой цели разработан такой вид запорно-регулирующей арматуры, как балансировочные клапаны.

Сегодня особо остро встает проблема энергосбережения. В статье рассмотрен один из возможных вариантов экономии энергии с помощью балансировочных клапанов в нашем регионе.

На сегодняшний день во многих регионах России все более актуальной становится проблема энергосбережения. По мнению специалистов Владимирского филиала

ФГУ «Мосрегионэнерго», в нашей области имеются реальные возможности экономии тепловой энергии благодаря проведению таких мероприятий, как оптимизация схем тепловых сетей; строительство новых котельных; снижение расходов электроэнергии как на производство, так и на транспортировку тепловой энергии.

Как показывает уже полученный в г. Владимире опыт, установка узлов подомового учета и автоматического регулирования подачи тепла с применением балансировочных клапанов, частичная замена трубопроводов, входных подъездных дверей и окон позволяют экономить до 20 – 30 % тепловой энергии.

При этом важную роль играет использование балансировочных клапанов – специальной арматуры, предназначенной

для обеспечения расчетного распределения потока по элементам трубопроводной сети или стабилизации в них циркуляционных давлений или температур.

Различают ручные и автоматические балансировочные клапаны: первые применяются для обеспечения оптимальных рабочих характеристик в условиях постоянного давления рабочей среды, а вторые позволяют гибко и оперативно менять параметры трубопроводной системы в зависимости от колебаний давления и расхода рабочей среды. Ручные балансировочные клапаны могут снабжаться ниппелями для измерения перепада давлений на клапане и фактического расхода проходящей через него среды.

К сожалению, выходит так, что чаще всего производству и транспортировке тепла уделяется намного больше внимания, чем системе отопления самих зданий. Исследования показывают, что при средней температуре в весьма благополучной квартире 21 °С разброс значений температур в других квартирах может находиться в пределах от 14-15 до 25 °С, поэтому даже в хорошо отапливаемом доме разброс значений температур в квартирах порой составляет 5 – 7 °С. Следовательно, для того чтобы иметь реальную возможность экономии тепла, необходимо вносить определенные технические усовершенствования в систему инженерного обеспечения подачи теплоносителя в доме.

Там, где гидравлический режим тепловых сетей не налажен, расход теплоносителя завышен. Сбалансированная же система способна создать тепловой комфорт в помещении при минимуме потребления энерго-ресурсов. Например, в поселке городского типа Вольгинский расход теплоносителя превышает расчетный на 21,9 %. По результатам проведенных исследований был разработан инвестиционный проект на гидравлическую наладку тепловой сети поселка с использованием балансировочных клапанов. В соответствии с этим проектом экономия электроэнергии в будущем может составить 0,9 кВт · ч/Гкал, а общий экономический

эффект достигнет 803 тыс. руб. в год (в ценах 2009 г.).

На сегодняшний день в России действует федеральная программа капитального ремонта, в число мероприятий которой входит модернизация отопительных систем с установкой энергосберегающего оборудования, в том числе балансировочных клапанов. В рамках этой программы во Владимирской области (по данным на октябрь 2009 г.) уже отремонтировано 1347 жилых зданий.

Балансировочными клапанами также были оборудованы следующие объекты Владимира и области.

1. Кадетский корпус в г. Радужный.

Во время реконструкции склада под учебные мастерские здесь были установлены термостатические, а также балансировочные клапаны на трубопроводах из стальных труб диаметром до 25 мм.

2. Административное здание по адресу: г. Владимир, ул. Луначарского, д. 3.

Во время капитального ремонта системы отопления проведена установка запорно-балансировочных клапанов MSV-I в количестве 70 штук.

3. Туберкулезное отделение МЛЮ–Центра на базе больницы для осужденных ФГУ ИК-3 УФСИН России по Владимирской области.

В мае 2006 г. был заключен договор между ФСИН и фондом «Российское здравоохранение» на проведение капитального ремонта туберкулезного отделения для МЛЮ-Центра. С 2007 г. начало осуществляться финансирование. Исполнителем заказа выступило ООО «НПП “Альтернатива-Климат”». При этом в ходе ремонтных работ были установлены балансировочные клапаны Comar 851.

4. Жилые дома в юго-западном микрорайоне г. Владимира.

В 2002 г. в соответствии с новой технологией энергосбережения (установка приборов балансировки) проводилась реконструкция в 44-х жилых домах в юго-западном микрорайоне г. Владимира. Работы выпол-

няла компания «Новый мир плюс» совместно с фирмой «HONEYWELL».

Налаженного производства балансировочных клапанов ни в самом Владимире, ни в области нет; на рынке представлены преимущественно зарубежные производители, такие как «Danfoss», «HONEYWELL», «Tour Andersson», «BROEN», «HERZ Armaturen» и др.

Владимирские специалисты регулярно принимают участие в различных семинарах, посещают выставки и постоянно участвуют в симпозиумах «Энергетика крупных городов» и «Современное энергоэффективное оборудование для теплоснабжения и климатизации зданий», посвященных проблеме энергосбережения

и, в частности, вопросам использования балансировочной арматуры.

Таким образом, хотелось бы отметить, что на сегодняшний день энергосбережение и энергетическая эффективность – одна из главных задач экономики региона. Для их решения требуются серьезные мероприятия, способные дать значительный экономический эффект. Грамотная установка балансировочной арматуры – одно из таких мероприятий, поэтому необходимо расширять ее применение, и, используя современные разработки и новейшие технологии, возможно, в будущем открыть и свое собственное производство.

УДК 697 (075.32)

А.А. Андреева, В.Н. Дорофеев

## БЫТОВЫЕ И ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ ОТХОДЫ ГОРОДОВ И ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДЛЯ ВЫРАБОТКИ ЭНЕРГИИ

*Рассмотрены технологии, схемы и установки по использованию бытовых и промышленных отходов городов для выработки энергии в целях энергосбережения. Приведены сравнительные технические и экономические показатели работы данных установок и показана их эффективность.*

Одна из важных экологических проблем города (решаемая по-разному в ряде стран) – удаление и использование твердых бытовых отходов, причем их накопление велико и составляет до 200 кг мусора на одного жителя в год.

Представляет интерес использование бытовых отходов (из мусорных свалок и других источников) в качестве топлива (в виде газа, жидкого топлива и горючих брикетов), сжигаемого в теплогенераторах для выработки энергии (тепловой и электрической).

О возможности сжигания бытового, промышленного и иного назначения мусора (отходов) в топочных устройствах котлов (для получения тепловой энергии)

свидетельствуют его характеристики (в процентах на рабочую массу), такие как содержание углерода  $C^P=18,5$  %, выход летучих  $V_{\text{л}}^P=55,1$  %, низшая теплота сгорания  $Q_{\text{н}}^P=5,78$  МДж/кг, которые в сравнении с аналогичными характеристиками подмосковного бурого угля ( $C^P=29,1$  %,  $V_{\text{л}}^P=45$  %,  $Q_{\text{н}}^P=10,5$  МДж/кг) показывают большую (в 1,22 раза) реакционную способность, но меньшую (в 1,82 раза) низшую теплоту сгорания мусора, поэтому для стабилизации процесса горения мусора к нему необходимо добавлять определенное количество ископаемого топлива (до 5 %).

Из рекламно-информационных источников (в том числе по материалам из Интернета) известны следующие технологии получения «свалочных» и других альтернативных газов из бытового мусора (отходов).

По одной из применяемых схем спустя некоторое время после поступления мусора (отходов) на свалку начинается разложение биологических материалов под действием микроорганизмов. Один из конечных продуктов этого процесса – газовая смесь, состоящая из метана  $\text{CH}_4$  (45-65 %), углекислого газа  $\text{CO}_2$  (25-35 %), азота  $\text{N}_2$  (10-20 %). Вредное воздействие метана  $\text{CH}_4$  на окружающую среду в 20 раз превышает негативное влияние углекислого газа  $\text{CO}_2$ . В некоторых странах газ со свалки (с калорийностью в два раза меньшей, чем у природного газа) собирают и откачивают в накопителе, после которых он может служить источником энергии. Например, для использования 35 млн  $\text{м}^3$  «свалочного» газа, ежегодно выделяющегося на одной из свалок под Веной в Австрии, была создана станция с 12 агрегатами (марки JGS 316 GS-L.LC) электрической мощностью 7,9 МВт (с покрытием потребности в электрической энергии для 25 тыс. квартир).

По другой схеме действующей установки отдельно собираемый биомусор (пищевые отходы растительного происхождения) проходит механическую обработку и поступает в гнилостную башню. В процессе гниения выделяется газ, который собирается в промежуточном накопителе, откуда под наддувом подается в энергоустановку, где 350  $\text{м}^3/\text{ч}$  этого продукта преобразуется в электроэнергию, пар и горячую воду. Параллельно агрегаты используют также «свалочный» газ, собираемый после очистки от серы в накопителях. Получаемые теплота и электроэнергия удовлетворяют собственные нужды мусороперерабатывающей станции. Твердые отходы компостируются и могут служить удобрением.

В третьей схеме используют канализационный ил – продукт механической, биологической или химической очистки сточных вод. Его сушат и собирают в отстойники, где в ходе анаэробного брожения выделяется богатый метаном (30-50 %) биогаз; кроме метана в газовую смесь входит 30-40 % углекислого газа и многочисленные слабые примеси. Биогаз собирают, при необходимости очищают и хранят в накопителе, откуда с равномерным давлением он поступает в газопоршневой агрегат, вырабатывающий теплоту и электроэнергию. На очистных сооружениях в Канаде установлено четыре газовых агрегата JGS 316 GS-B/N.L; мощность станции на биогазе составляет 3,93 МВт (тепловая) и 3,22 МВт (электрическая). Тепловую энергию можно использовать для нагревания иловой массы, что ускоряет и увеличивает выделение горючего продукта, а также для отопления. Электроэнергия идет на собственные нужды предприятия, а избытки поступают в центральную электросеть. Дегазированный ил из отстойника опять сушат, компостируют и (в зависимости от его состава) вывозят на свалку или используют как сельскохозяйственное удобрение.

В настоящее время для утилизации канализационного осадка применяют экологически безопасный автотермический метод его сжигания (например в печах со стационарным псевдооживленным (кипящим) слоем) с последующей выработкой тепловой (в виде пара) и электрической энергии. Обычно теплота (как вторичная энергия) используется в сушилках и предварительных нагревателях воздуха, а также в отопительных системах. Дымовые газы после печи проходят через многоступенчатую систему очистки, в которой удаляется пыль, окислы серы ( $\text{SO}_2$ ) и ртуть. Благодаря оптимальным условиям сжигания осадка в печи с псевдооживленным слоем снижаются концентрации окислов азота ( $\text{NO}_x$ ) и углерода ( $\text{CO}$ ) в уходящих газах, а также загрязнение атмосферы вредными веществами (рис. 1) [1].



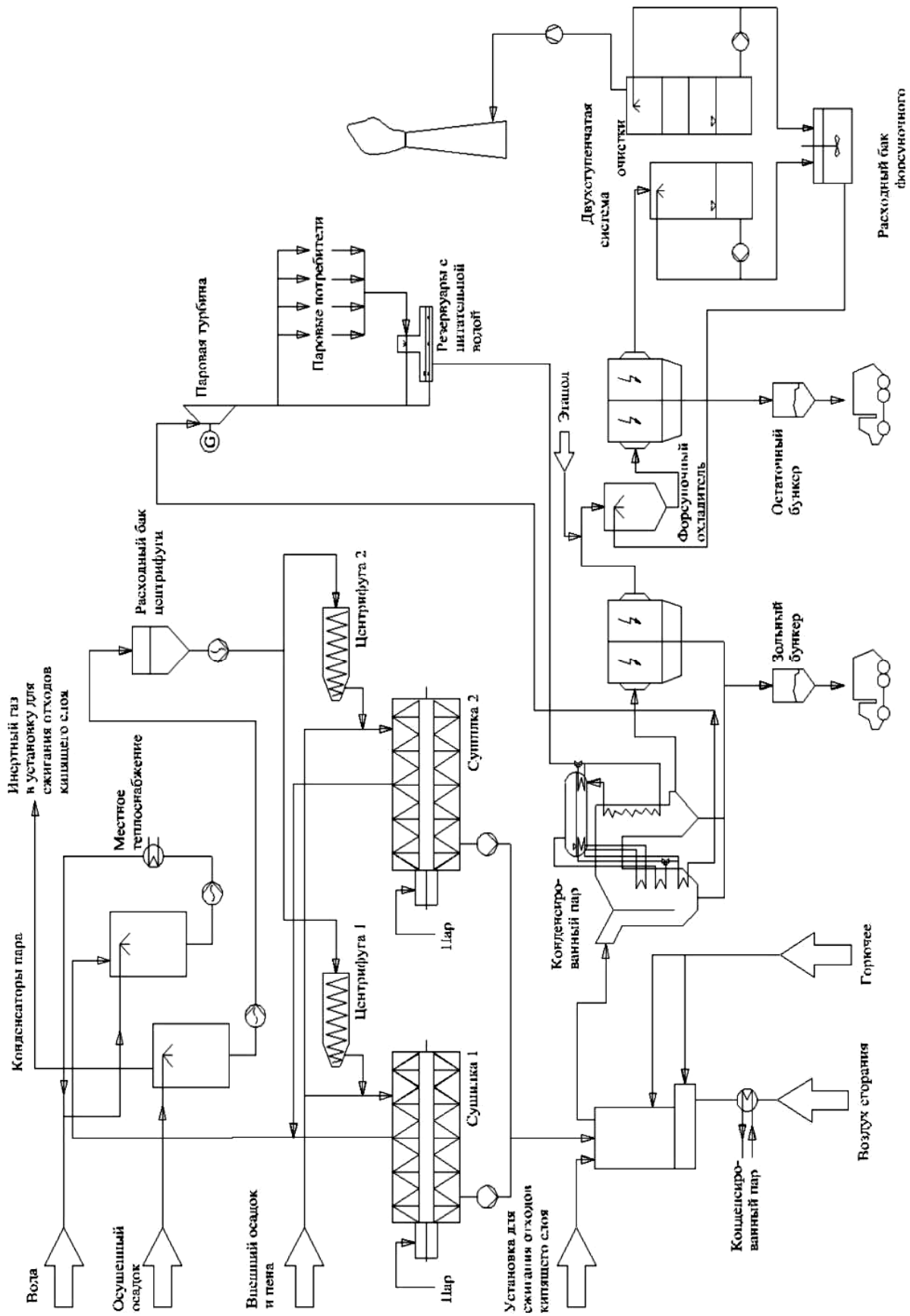


Рис. 1. Схема завода по сжиганию канализационного шла

В одной из схем технологической установки производительностью 3-4 тыс. м<sup>3</sup> биогаза в сутки в Швеции для получения последнего (с содержанием 60-70 % метана) использована биомасса из навоза и органических отходов ряда сельскохозяйственных объектов. По технологии на первом этапе биомассу обеззараживают, пастеризуя в течение часа при температуре 70 °С. Затем материал направляется в биореактор (объемом 2000 м<sup>3</sup>), где он 20-25 дней гниет при температуре 38 °С (с помощью бактерий 40-50 % этого вещества перерабатывается в газ). После химической очистки (от примесей серы) газ сжимается (до давления ≈ 1 бар) и высушивается. Полученный биогаз передается по трубопроводу (длиной ≈ 2 км) в жилой район, где сжигается в двух газовых агрегатах JMS 312 GS-B/N.L (на мини-ТЭС). Станция выдает в центральную электросеть 450 кВт электрической мощности; тепловая энергия (650 кВт) используется для централизованного отопления 350 квартир (при КПД системы 88,4 %). При перерывах в поступлении биогаза станция без остановки продолжает работу на природном газе.

В известной (по информационным данным) универсальной установке в Италии (работа которой не зависит от внешних источников энергии) разнообразные виды отходов, такие как бытовые и промышленные отбросы, размельченные отходы, громоздкий мусор, канализационный ил, зараженная почва, вторичный мусор, могут быть переработаны в пиролизный газ методом термоселекции. При этом мусор проходит в замкнутой системе следующие этапы обработки: уплотнение, деаэрацию, гомогенизацию и дегазацию в дегазационном канале (при температуре свыше 600 °С), а в заключительной стадии – окисление чистым кислородом и одновременное плавление ме-

таллических и минеральных частиц. Смешанный газ, который образуется в высокотемпературном реакторе, впоследствии резко охлаждается (при этом выделяется энергия, используемая для обработки мусора) и очищается на многочисленных фильтрах; далее газ сжигается в газовых агрегатах мини-ТЭС.

В [2] приведены пятистадийная технология сжигания бытового мусора (как топлива), характеристика выбросов вредных веществ мусоросжигательной ТЭС (электрической мощностью 50 МВт) и ее технологическая схема.

Технологической схемой мусоросжигательной ТЭС (рис. 2) предусмотрена установка в каждой технологической линии двух паровых котлов: мусоросжигательного (со сжиганием 12 т/ч отходов и выработкой 12·2,5=30 т/ч перегретого пара) и котла-утилизатора (для дожигания высококалорийных газов и нейтрализации ряда образовавшихся вредных соединений) с выработкой пара в количестве 12·3=36 т/ч, где принята выработка 2,5+3=5,5 т перегретого пара (температура 370 °С, давление 25 кг/см<sup>2</sup>) при сжигании в стабилизационном режиме одной тонны бытового мусора. Суммарная паропроизводительность одной технологической линии составляет 30+36=66 т/ч (по перегретому пару), что позволяет установить одну турбогенераторную установку мощностью 12,5 МВт. Для обеспечения паропроизводительности одной технологической линии, равной 66 т/ч, в дополнение к расходу энергии из бытовых отходов требуется 2,4 ту т/ч ископаемого топлива (с теплотой сгорания условного топлива 7000 ккал/кг) вместо 5,54 ту т/ч (при работе ТЭС только на ископаемом топливе без использования отходов), что обеспечивает экономию традиционных топлив (в 2,3 раза) [2].

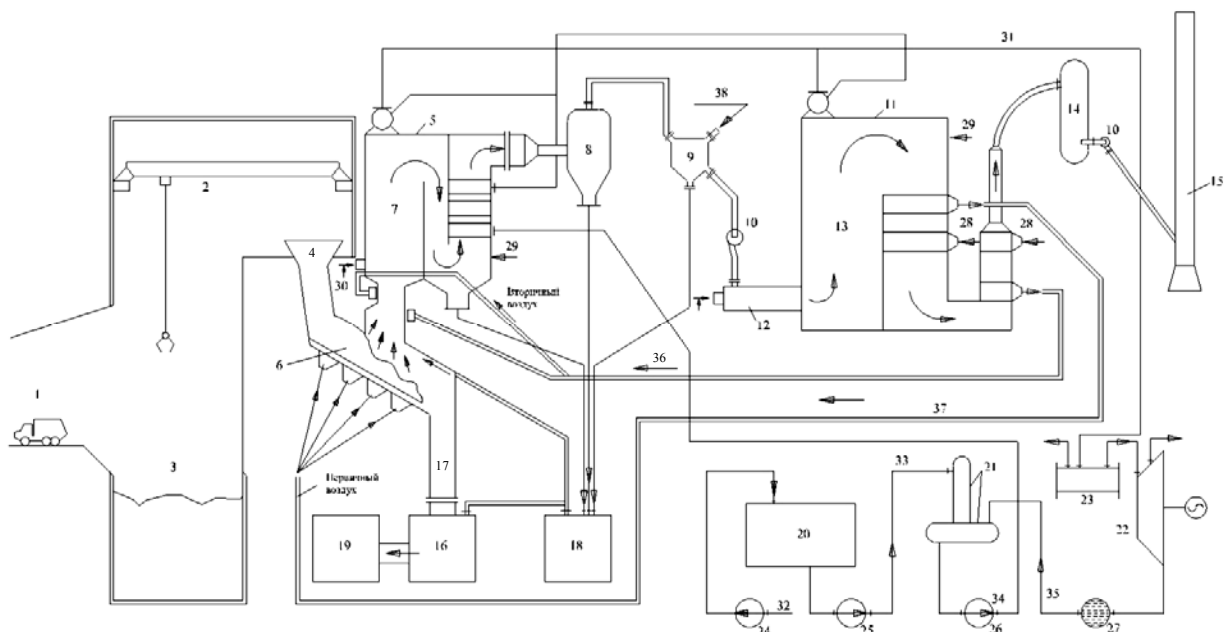


Рис. 2. Технологическая схема мусоросжигательной ТЭС: 1-приемное отделение; 2-грейферный кран; 3-приемный бункер; 4-расходный бункер котла; 5-мусоросжигательный котел; 6, 7-первая и вторая ступени сжигания; 8-циклон; 9-роторный фильтр; 10-дымоотсос; 11-котел-утилизатор; 12, 13-третья и четвертая ступени сжигания; 12-фильтр для улавливания ртути; 15-дымовая труба; 16-отделения для расплава шлака (пятая ступень); 17-золопровод; 18-отделение для расплава золы (пятая ступень); 19-отделение изготовления слитков металла и строительных материалов; 20-химводоподготовка; 21-деаэратор; 22-паровая турбина с генератором; 23-паровой коллектор; 24-насос добавочной воды; 25-насос химочищенной воды; 26-питательный насос; 27-конденсатор; 28-воздух от вентилятора; 29-вспрыск мочевины или раствора  $NH_3$ ; 30-горелочное устройство для сжигания дополнительного топлива; 31-паропровод; 32-исходная вода; 33-химочищенная вода; 34-питательная вода; 35-конденсат; 36-вторичный воздух; 37-первичный воздух; 38- $CaCO_3$

В качестве одного из методов термической подготовки топлива при его комплексном энерготехнологическом использовании на базе электростанций может быть применен пиролиз [3].

Процесс пиролиза – это термическое реагирование, протекающее в органическом веществе, нагретом в отсутствии свободного кислорода до температур 450-900 °С, при которых неустойчивыми в органических молекулах становятся прочные при низких температурах углерододородные связи.

В [4] рассмотрен способ выработки жидкого печного топлива из промышлен-

ных и бытовых отходов на базе известного (и применяемого на практике) метода сухой возгонки (пиролиза) предварительно подготовленного исходного сырья (при его нагреве без доступа воздуха до заданной температуры, равной 300-600 °С). Далее по схеме в специальном охлаждающем теплообменнике (при пониженной температуре) образующиеся (в камере пиролиза) газы в результате их конденсации превращаются в жидкое топливо (с долей 30-50 % от массы исходного сырья), а также несконденсированный летучий (пиролизный) газ (с долей 10-20 %), сыпучий остаток (10-20 %) и другие вещества (в

зависимости от характера резинотехнических отходов). В предложенную схему переработки отходов введен дизель-генератор, причем вырабатываемая в генераторе электроэнергия используется для нагрева исходного сырья (отходов) в камерах с помощью трубчатых электрических нагревателей (ТЭН), а в дизельном двигателе (в качестве основного топлива) применяется жидкое топливо, совместно с которым дожигается несконденсированный горючий газ, подаваемый из камеры пиролиза.

Рассмотренные технологии термической переработки бытовых и подобных промышленных отходов (древесных, резиновых, кожевенных, текстильных и др.) позволяют с высокой степенью экологической безопасности реально осуществлять энергосбережение, т. е., используя огромные запасы нетрадиционных (ежегодно возобновляемых) горючих ресурсов, извлекаемых из отходов, замещать

частично потребление традиционного органического топлива, чем достигается его существенная экономия.

#### **Библиографический список**

1. БАМАГ. Нежелательный остаток. Термическая обработка осадка : реклам. проспект / Представительство Бамаг ГмбХ в России. – М., 2007.
2. Пурим, В.Р. Бытовые и подобные им промышленные отходы как эффективное топливо / В.Р. Пурим // Энергосбережение. – 2009. – № 2. – С. 58 – 64.
3. Белосельский, Б.С. Низкосортные энергетические топлива: особенности подготовки и сжигания / Б.С. Белосельский, В.И. Барышев. – М. : Энергоатомиздат, 1989. – 136 с.
4. Захаржевский, В.Н. Выработка жидкого печного топлива из промышленных и бытовых отходов / В.Н. Захаржевский // Энергосбережение. – 2007. – № 5. – С. 74 – 64.

УДК 697 (075.32)

М.Г. Дюкарева, И.В. Коврижных, В.Н. Дорофеев

### **ОЦЕНКА ТЕПЛОВОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ГАЗОВЫХ ВОЗДУХОНАГРЕВАТЕЛЕЙ**

*Рассмотрены рекомендуемые отечественными и зарубежными фирмами-изготовителями современные конструкции газовых воздухонагревателей рекуперативного и смесительного типов для нагрева воздуха в промышленности и коммунально-бытовой сфере. Проведена оценка их тепловой эффективности при работе в производственных условиях (на основе рекламной информации, теплотехнических испытаний и расчётов).*

В настоящее время для оптимального протекания производственных (технологических) процессов в промышленности и коммунально-бытовой сфере и для обеспечения энергосбережения разрабатывают, исследуют и внедряют новые высокоэффективные технологии, схемы и установки (на основе инновационных решений и современного оборудования).

При воздушном отоплении зданий и конвективной сушке материалов (изделий) в качестве теплоносителя используют воздух, нагретый первичным теплоносителем (в частности продуктами сгорания топлива) до необходимой (по регламенту) температуры.

Нагретый воздух (в газовых воздухонагревателях) подается в помещение или в сушильную камеру и отдает там то

количество теплоты, которое необходимо для возмещения теплопотерь через ограждения помещения или для осуществления сушильного процесса (удаления влаги из материала). В газоздушных системах отопления и сушки (при использовании в качестве источника теплоты газовых воздухонагревателей) перемещение нагретого воздуха осуществляется центробежным или осевым вентилятором (механическое побуждение). По месту приготовления нагретого воздуха системы (и установки) отопления и сушки могут быть *централизованными* (с подачей воздуха в несколько помещений или сушильных камер из одного центра, например из котельной установки или теплогенератора) и *децентрализованными* (с подачей воздуха местными агрегатами). По качеству воздуха, подаваемого в отапливаемые помещения (или в сушильные камеры), воздухонагреватели делятся на *прямоточные* (работающие на наружном воздухе); *циркуляционные* (с перемещением одного и того же притока воздуха); *с частичной рециркуляцией*.

По принципу действия (при нагреве воздуха) воздухонагреватели могут быть *косвенного* (непрямого) теплообмена (рекуперативного типа – с теплообменом через разделительную стенку) и *непосредственного* (прямого) теплообмена (смесительного типа – с теплообменом путем смешения продуктов сгорания топлива с воздухом).

Для обеспечения энергосбережения в технике воздушного отопления (теплым воздухом) вместо традиционных водо- и паровоздушных, а также современных газоздушных (рекуперативного типа) теплообменников (а также наряду с ними) находят широкое применение топливные (газовые и на других видах топлива) воздухонагреватели, в которых реализована технология непосредственного (прямого) теплообмена (в разработках ряда фирм:

итальянских Tecnoclima S.p.a, Ferrari Scaglietti, Modena; германской Siemens и российских компаний, например «Тепловей» и др.).

Как правило, полная энергия, производимая термической системой, состоит из энергии, идущей на нагрев помещения, и энергии, затрачиваемой на её доставку к месту нагрева.

Инновационная технология обработки воздуха (с преобразованием энергии в воздухонагревателе) определяет режим отопления, расход топлива и теплоты, КПД отопительного прибора и в отличие от традиционной системы отопления, использующей промежуточный жидкостный теплоноситель, позволяет снизить эксплуатационные расходы и срок окупаемости оборудования.

Отличительная особенность данной системы заключается в создании теплоты непосредственно в отапливаемом помещении. При этом отсутствуют нерациональные преобразования теплоты, которые значительно снижают эффективность традиционных отопительных систем. Приборы систем непосредственного теплообмена – автономные и независимые от других источников энергии, что повышает гибкость их использования (как при отоплении, так и при охлаждении воздуха в помещениях).

Представляют интерес в теплотехническом и экономическом плане воздухонагреватели известной российской компании «Тепловей» [1] (с той же маркой) четырех типов (рекуперативные низко- и высокотемпературные, смесительные на газе и других видах топлива), которые относятся к современному энергоэффективному оборудованию. Они производятся с 1998 г. и распространяются через широкую дилерскую сеть в разных городах страны, предназначены для воздушного отопления объектов (закрытых помещений и открытых площадок различного

объема и назначений) или применяются в различных технологических процессах (с использованием в обоих направлениях принципов косвенного (в рекуперативных агрегатах) и непосредственного (в смесительных агрегатах) теплообмена при нагреве воздуха). Воздухонагреватели различаются мощностью, габаритами, конструкцией и исполнением; состоят из теплообменника, вентилятора, горелочного устройства, блока автоматики и корпуса.

Модельный ряд воздухонагревателей «Тепловой» представлен мощностями от 45 до 1500 кВт. Агрегаты работают на природном и сжиженном газе, дизельном и твердом топливе, комплектуются вентиляторами отечественного и импортного производства и автоматическими горелками.

Воздухонагреватели рекуперативного типа (марки «Тепловой») тепловой мощностью 45-450 кВт (без буквенных обозначений, с буквенными обозначениями «М», «i» или «В» в марке модели) предназначены для напольной установки (в вертикальном исполнении) внутри отапливаемых помещений, в пристроенной или встроенной котельной и подают нагретый воздух по системе воздуховодов или без них (для обогрева локальных рабочих мест с буквой «М» в обозначении модели). Они выполнены в виде единого блока со встроенным под теплообменником вентилятором или двух блоков (с установкой блока вентилятора слева или справа от воздухонагревателя под теплообменником), работают на приточном и рециркуляционном воздухе. В рекуперативных теплообменниках дымовые газы (продукты сгорания топлива) удаляются в дымовую трубу, не попадая в нагреваемые помещения.

Рекуперативные воздухонагреватели модели «Тепловой-350Г2» (в горизонтальном исполнении) мощностью 350 кВт (с температурой входящего воздуха до

110 °С) используются для технологических процессов сушки; конструктивно они снабжены двумя теплообменниками и двумя горелками (в одном корпусе).

В настоящее время в технологических процессах сушки различных изделий и материалов, а также для нагрева различных объектов применяют высокотемпературные рекуперативные воздухонагреватели специального исполнения «Тепловой» (в обозначении модели стоит буква «В») мощностью 45-450 кВт (в вертикальном или горизонтальном исполнении), которые работают в режиме приточного наружного воздуха (с нагревом его до 250 °С); в них исключено попадание продуктов сгорания топлива в нагреваемый воздух (как в низкотемпературных воздухонагревателях рекуперативного типа тех же мощностей).

Воздухонагреватели «Тепловой-170С, -250С, -450С, -700С, -1000С, -1500С» прямого нагрева воздуха (смесительного типа) мощностью 170-1500 кВт включают в себя усиленный каркас (с учетом длительного транспортирования и использования на открытых площадках), камеру горения (из жаростойкой нержавеющей стали), блочную горелку (для работы на различных видах топлива – газ, дизельное топливо) и приставной центробежный вентилятор. Они выпускаются в горизонтальном исполнении, работают на приточном воздухе при наружной установке (без отдельных помещений) и внутри помещения (при обеспечении достаточного воздухопритока).

Газовые воздухонагреватели «Тепловой» (в обозначении стоит буква «С») прямого нагрева воздуха (смесительного типа) меньшей мощности (60-90 кВт) напольного или подвесного типа (в горизонтальном исполнении) оборудованы встроенной инжекционной горелкой (с левым или правым подводом газа); работают на приточном воздухе; предназначены для обогрева агропромышленных объектов (в

том числе с агрессивной средой вследствие выращивания овощей и жизнедеятельности животных).

Перечисленные конструкции воздухонагревателей «Тепловой» наряду с общими признаками имеют отличительные конструктивные и технические особенности. Воздухонагреватели рекуперативного типа имеют КПД не ниже 90 %, а у смешительных воздухонагревателей (в результате прямого нагрева воздуха продуктами сгорания) КПД может достигать значения не меньше 98,5 %, т.е. их тепловая эффективность в  $98,5/90=1,095=1,1$  раз (на 10 %) выше.

Можно отметить основные преимущества воздухонагревателей «Тепловой» (при работе в системах воздушного отопления) для всех типоразмеров и конструктивных систем (как рекуперативного, так и смешительного ряда):

1) высокая эффективность (КПД не менее 90 %) и экономичный расход топлива;

2) увеличение диапазона температуры нагрева приточного воздуха (расширяет возможности в использовании воздухонагревателей);

3) разнообразие типоразмеров и исполнений для выбора нужных технических характеристик и конструктивных особенностей;

4) мобильность конструкции и возможность автономной работы (на базе автомобилей, в полевых условиях);

5) продолжительный опыт эксплуатации в российских суровых условиях.

Касаясь преимуществ систем воздушного отопления (с непосредственным теплообменом при нагреве воздуха), следует указать на некоторые из них:

1) разность температур подаваемого воздуха  $\Delta T < 30$  °С, что приводит к низкому градиенту температуры по высоте  $\leq 0,3$  °С/м (и, следовательно, низкому раслаиванию воздуха);

2) тепловой КПД свыше 94 %, что снижает расход топлива;

3) низкая тепловая инерция, что обеспечивает быстрое достижение заданного температурного режима;

4) воздухонагреватель включается при достижении нижнего значения температуры воздуха и выключается при её верхних предельных значениях (т. е. работает в интервале требуемых температур), что дает экономию эксплуатационных расходов;

5) возможна установка воздухонагревателей внутри и снаружи помещения и, следовательно, отсутствует необходимость централизованной отопительной системы, что обеспечивает низкие расходы на эксплуатацию;

6) автономные моноблочные воздухонагреватели обеспечивают быструю и удобную трансформацию (расширение) системы при увеличении площади отапливаемых помещений, а также легкий (быстрый и удобный) монтаж (демонтаж) при смещении места установки;

7) возможны установка фильтров (в системе обработки воздуха), обновление воздуха (циркулирующего в помещении) свежим (чистым) наружным воздухом, использование летом в режиме вентиляции помещения с целью быстрого достижения требуемого комфорта.

Закрытое акционерное общество «Кулонэнергомаш» (г. Казань) рекомендует к применению теплогенераторы смешительного типа марки ГГВС-220 с программируемым управлением и контролем тепловлажного режима пропарочной камеры (номинальная тепловая мощность 220 кВт, объёмные расходы природного газа 25 м<sup>3</sup>/ч (не более) с давлением на входе 5 кПа и воздуха 6000 м<sup>3</sup>/ч (не менее), КПД не менее 99 %, степень нагрева воздуха 100 °С, потребляемая электрическая мощность для вентилятора 2,2 кВт). Это предприятие также производит тепло-

генераторы рекуперативного типа трёх моделей ГТВ (мощностью 20, 70, 500 кВт при тепловом КПД порядка 90 %).

В [2] приведены описание и характеристики модульных жидкотопливных теплогенераторов (как воздухонагревателей рекуперативного типа), которые вырабатывают большой поток горячего чистого воздуха. Нагрев воздуха происходит за счёт передачи теплоты, образующейся при горении жидкого топлива в герметичной камере сгорания. Продукты сгорания из камеры поступают в пластинчатый теплообменник, а затем через дымоотводящий патрубок удаляются за пределы обогреваемого объекта. Формирование факела и поддержание процесса горения осуществляется с помощью моноблочной автоматической горелки. После предварительного разогрева теплообменника происходит включение основного вентилятора, который забирает холодный воздух из окружающего объёма или приточного воздуховода и прогоняет его по наружному контуру разогретого теплообменника. Воздух нагревается до заданной температуры и поступает в отапливаемое помещение.

Известны мобильные жидкотопливные теплогенераторы (используемые как воздухонагреватели рекуперативного типа) серии НП-(30А, 60А, 80А, 120А, 150А) и НПМ-(150Р, 200Р, 250Р), которые имеют максимальную тепловую мощность 32-250 кВт (при расходах топлива 3-22,5 кг/ч и воздуха 1400-25000 м<sup>3</sup>/ч и потреблении электрической мощности вентилятором 0,4-7,0 кВт).

Тепловая эффективность этих воздухонагревателей характеризуется значениями КПД «брутто» от  $32 \cdot 10^3 / (3 \cdot 10180 \cdot 1,163) = 0,901$  (90,1 %) у модели НП-30А до  $250 \cdot 10^3 / (22,5 \cdot 10180 \cdot 1,163) = 0,938$  (93,8 %) у модели НПМ-250Р, где 32 и 250 – максимальные тепловые мощности, кВт; 3 и 22,5 – максимальные расходы топлива, кг/ч; 10180 – низшая теплота сгорания жидкого

топлива (принято для дизельного топлива), ккал/кг; 1,163 – коэффициент пересчёта единиц измерения (из ккал/ч в Вт). Указанные значения КПД «брутто» 90,1 – 90,8 % для жидкотопливных воздухонагревателей характерны для теплообменников рекуперативного типа.

На основе рекламно-информационных данных (о воздухонагревателях с непосредственным теплообменом) приведена характеристика работы системы воздушного отопления для производственного отапливаемого помещения, в котором внутри рабочей зоны поддерживается следующая температурный режим нагрева воздуха: 17-18 °С (в течение рабочего времени) и 5 °С (в нерабочее время для защиты от замерзания). Воздухонагреватели работают полностью в автоматическом режиме (с управлением и контролем работы одним хронотермостатом). Смесители воздуха включаются автоматически встроенным термостатом, который срабатывает при достижении окружающей среды температуры заданного значения. При контроле работы действующей системы воздушного отопления зафиксированы фактические температуры воздуха в помещении в пролетах № 1-5 (на высотах измерения от 1 до 7 м) как при включенных смесителях (текущие значения разности измеренных температур 1,1-1,6 °С и 0,15-0,23 °С/м, среднее значение 0,18 °С/м), так и при выключенных смесителях (соответственно 1,8-2,3 °С; 0,3-0,38 °С/м; 0,32 °С/м).

Смонтированная система воздушного отопления (при нагреве воздуха путем непосредственного теплообмена) включает в себя два воздухонагревателя с тепловой нагрузкой 280 000 ккал/ч (или 325,6 кВт) и тепловой мощностью 263 200 ккал/ч (или 306 кВт) каждого устройства при тепловом КПД 94 %. Расход воздуха одного теплогенератора составляет 28 360 м<sup>3</sup>/ч (при температурном градиенте 32 К и объемной теплоемко-



сти воздуха  $0,29 \text{ ккал/м}^3 \cdot \text{К}$ ). Средняя скорость потока теплого воздуха –  $6,1 \text{ м/с}$ . Также в систему входят 14 смесителей воздуха (с расходами воздуха для каждого  $3500 \text{ м}^3/\text{ч}$ ). Система воздушного отопления предназначена для обработки воздуха в помещении (объемом  $25\,600 \text{ м}^3$  и отапливаемой площадью  $3800 \text{ м}^2$ ) и характеризуется следующими расходами обрабатываемого воздуха:  $56\,720 \text{ м}^3/\text{ч}$  – потоками от двух воздухонагревателей;  $49\,000 \text{ м}^3/\text{ч}$  – от 14 смесителей воздуха;  $105\,720 \text{ м}^3/\text{ч}$  – суммарное значение (с кратностью воздухообмена в помещении  $105\,720/25\,600 = 4,13$ ).

Воздухонагреватели вертикального исполнения оборудованы блочными горелками, а нагретый воздух свободно подается в трёх направлениях.

Потребляемая электрическая мощность: электродвигатель вентилятора –  $4 \text{ кВт}$ , горелка –  $0,6 \text{ кВт}$  и суммарно воздухонагреватель  $19,8 \text{ кВт}$ , один смеситель воздуха –  $0,13 \text{ кВт}$  и суммарно  $0,13 \cdot 14 = 18,2 \text{ кВт}$ .

В системах прямого теплообмена (СПТ) отсутствуют предварительный подогрев теплоносителя (горячей воды или пара), а также потери теплоты при её распределении. Это значительно сокращает время, необходимое для создания в нагреваемом помещении требуемой температуры воздуха, что приводит к повышению тепловой эффективности системы отопления, а в конечном счете достигаются энергосбережение и снижение вредных выбросов в атмосферу.

Известна методика для определения необходимого типа воздухонагревателя «Тепловой» в соответствии с теплопотреблением и мощностью систем отопления здания. При известных значениях площади пола  $S$  (в диапазоне значений  $600\text{--}10\,500 \text{ м}^2$ ) и высоты  $H$  (линии до  $5, 10, 15 \text{ м}$ ) отапливаемого здания по номограм-

ме (составленной для условий г. Челябинска:  $t_n = -34 \text{ }^\circ\text{C}$ ,  $t_b = 16 \text{ }^\circ\text{C}$ ; несущая конструкция стены – кирпич; утеплитель – минвата) находят ориентировочную мощность  $Q_c$  систем отопления здания (например, при  $S=3500 \text{ м}^2$  и  $H=15 \text{ м}$  мощность системы  $Q_c=450 \text{ кВт}$ ), поэтому для обогрева данного здания рекомендуется применить воздухонагреватель «Тепловой – 450» или несколько агрегатов общей мощностью  $450 \text{ кВт}$ .

Для других параметров воздуха (наружного и внутреннего) и конструкций зданий в расчет по приведенной номограмме следует вводить поправочные коэффициенты на параметры воздуха, или составлять аналогичную номограмму (для условий строительства объекта), или по типовым методикам (например СНиП 41-01-2003 «Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха») определять мощность системы отопления здания.

Таким образом, применение в системах отопления зданий и сушки материалов высокоэффективных воздухонагревателей, положительно зарекомендовавших себя на рынке современного оборудования, обеспечивает энергосбережение (при снижении вредного воздействия на окружающую среду).

### Библиографический список

1. Каталог продукции компании «Тепловой». Модельный ряд / Торговый дом «Тепловой». – Челябинск, 2010.
2. Жидкотопливные теплогенераторы непрямого нагрева «Теплород» : реклам. проспект. – 2007.
3. Система воздушного отопления непосредственного теплообмена фирмы «Tecnoclima» : реклам. проспект. – 2007.

## ТЕХНОЛОГИИ ГИС В УПРАВЛЕНИИ РАЗВИТИЕМ И ЭКСПЛУАТАЦИЕЙ СИСТЕМ ВОДОСНАБЖЕНИЯ ГОРОДОВ

*Рассмотрен опыт по разработке математического и программного обеспечения ГИС на базе МУП «Уфаводоканал».*

Система водоснабжения крупного города включает в себя сотни километров кольцевых водопроводных сетей различных диаметров, магистральные водоводы, десятки насосных станций, резервуары чистой воды и т. д. К системе подключены тысячи потребителей, индивидуальные отборы воды которых приводят к неравномерности расхода воды как по сезонам года, так и в течение суток и часов. Система подачи и распределения воды (СПРВ) имеет пространственное расположение, где важны ко-

ординаты не только в плане, но и по высоте, так как вертикальные отметки оказывают значительное влияние на гидравлические характеристики системы. Управление водопроводно-канализационным хозяйством крупного города – сложная задача, решение которой на современном этапе возможно на основе применения информационных технологий, среди которых одна из ключевых – технология геоинформационных систем (ГИС) (см. рисунок).



Состав базы данных ГИС

Геоинформационные технологии постепенно становятся неотъемлемой частью информационного пространства предприятий водоснабжения. Однако анализ опубликованных данных свидетельствует о том, что уровень использования возможностей и преимуществ ГИС-технологий на отечест-

венных предприятиях водоснабжения еще не высок. В частности, основные усилия в настоящее время направлены на их разработку, а использование ограничивается «электронными планшетами».

Наибольших результатов в использовании ГИС-технологий достигли в МУП

«Уфаводоканал». На предприятии «Уфаводоканал» ГИС водоснабжения существует с 1996 г., а ГИС канализации – с 2005 г. Геоинформационная система содержит единую базу данных с регулярно и централизованно обновляемой в бюро технической инвентаризации графической и паспортной информацией обо всех объектах основных фондов систем водоснабжения и канализации.

В результате анализа рынка инструментов гидравлического моделирования в МУП «Уфаводоканал» была выбрана система «WaterGems» фирмы «Bentley Systems» (США), с помощью которой создано более 10 тыс. моделей водопроводных сетей городов в 170 странах. Система моделирования «WaterGems» позволяет:

- выбирать оптимальный режим подачи воды с целью сокращения затрат;
- проводить оптимизацию зонирования и выбирать насосное оборудование;
- выявлять узкие места в работе СПРВ – заниженные диаметры трубопроводов, повышенные сопротивления в системе, неисправную запорную арматуру, недопустимые скорости в трубопроводах, зоны избыточного и недостаточного давления и т. д.:
- моделировать и планировать отключения трубопроводов и участков сети с целью оценки и минимизации последствий (снижение давления у потребителей, ухудшение качества воды в результате изменения потокораспределения);
- проводить моделирование аварийных ситуаций и выявлять их влияние на работу СПРВ с целью разработки мероприятий по повышению надежности работы системы;
- осуществлять расчет на пропуск противопожарных расходов, а также проводить оценку застоя воды в часы минимального расхода;
- планировать развитие сетей и выбирать оптимальные варианты изменений в СПРВ при подключении новых потребителей;
- осуществлять поиск скрытых утечек и потерь воды; отслеживать измене-

ния качества воды в СПРВ по таким параметрам, как содержание остаточного хлора, побочных продуктов хлорирования, загрязнения продуктами коррозии.

Специалистами МУП «Уфаводоканал» разработаны, но не опубликованы гидравлические модели зон, подзон водоснабжения и СПРВ, которые являются инструментом эффективного управления как эксплуатацией водопроводной сети, так и ее развитием. Рассчитаны десятки вариантов всех возможных режимов на перспективу, расчетный срок и первую очередь строительства, включая режимы максимального (с учетом противопожарного расхода) и минимального водопотребления, различные варианты аварийных ситуаций. Аналогичные работы проведены для других районов новой застройки, что легло в основу разрабатываемой Генеральной схемы водоснабжения г. Уфы до 2025 г.

Рекламные описания достижений специалистов «Уфаводоканал» позволяют надеяться, что передовой опыт по разработке математического и программного обеспечения ГИС будет поддержан и в других городах России, в том числе и в МУП «Владимирводоканал».

Начинается использование технологий ГИС в Узбекистане (в Сергелийском районе г. Ташкента) на основе ArcGIS 9.1. Предполагается решение задач, аналогичных тем, что решают в МУП «Уфаводоканал».

В Таджикистане с помощью Всемирного банка и компании CSoft предполагается создать ГИС сети водоснабжения столицы Душанбе. Контракт предусматривает массовое сканирование картографических архивов, обработку результатов сканирования при помощи известнейшего программного средства Spotlight (разработка Consistent Software), организацию единого хранилища пространственных и описательных данных на основе СУБД Oracle с использованием собственной инструментальной ГИС CS MapDrive (раз-

работка Consistent Software), а также поставку специализированного программного средства WaterGuide (разработано специалистами Consistent Software на основе Autodesk MapGuide), позволяющего быстро и безошибочно вводить семантическую информацию по элементам сети водоснабжения за счет использования уникальных для отрасли иерархических структур данных.

Отечественные разработчики ГИС Zulu (v 6.0) предлагают пакет расчетов систем водоснабжения ZuluHydro.

Фирма «Water Environment Health» (Дания) предлагает пакет программ динамического моделирования сетей водоотведения для Arc ГИС SWMM5 и пакет EPANET для моделирования систем водоснабжения.

УДК 697 (075.32)

Л.Н. Гаврилова, В.Н. Дорофеев

### **ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ КОГЕНЕРАЦИОННЫХ УСТАНОВОК НА ОСНОВЕ ГАЗОПОРШНЕВЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ**

*Рассмотрены технологии, схемы и оборудование для комбинированного производства энергии методом когенерации на основе газопоршневых двигателей. Отражены особенности устройства и работы, а также технические характеристики установок различных типов и моделей, необходимые при технико-экономическом обосновании автономной системы энергоснабжения объекта.*

Для улучшения экологической ситуации и сокращения потребления органического топлива в любой стране мира возникает необходимость поиска и внедрения высокоэффективных способов преобразования и выработки энергии.

Традиционное раздельное производство электроэнергии конденсационными электростанциями (например с КПД 36 %) и тепловой энергии водогрейными котлами (с КПД 90 %) на сегодняшний день является малоэффективной технологией (при которой средний КПД равен  $[(36+90) \cdot 100] / (100+100) = 63 \%$ ), ведущей к значительным потерям энергии сжигаемого топлива и соответственно преобразованной тепловой энергии (до 37 %).

Для решения обозначенной проблемы (при преобразовании первичной энергии топлива в другие виды) в последнее десятилетие применяют технологию комбинированного (совместного) производства тепловой и электрической энергии (когенерацию)

с помощью автономных (более эффективных) когенерационных установок (КГУ), у которых средний КПД (при электрическом КПД 36 % и тепловом КПД 54 %) составляет  $[(36+54) \cdot 100] / 100 = 90 \%$ , где 100 % - приход топлива в энергогенерирующую установку (КЭС, котельная, ТЭС, КГУ).

При технико-экономическом выборе схемы энергоснабжения (централизованная, автономная) территории (и объекта любого назначения) следует учитывать, с одной стороны, стоимость строительства тепловых и электрических сетей и тарифы на энергоносители, с другой стороны – стоимость строительства собственного источника энергоснабжения и эксплуатационные затраты. Собственный источник энергоснабжения (с оптимальным сроком окупаемости вложенных средств на его строительство до 4-5 лет) экономически оправдан для объектов с постоянным характером теплоэлектропотребления в течение года и суток и полной утилизацией

тепла на отопительные или производственные нужды (прежде всего, в летний период). Как отмечено выше, одно из перспективных направлений эффективного использования энергии (с минимальными потерями в окружающую среду) – комбинированное производство электрической (или механической) и тепловой энергии из одного и того же первичного источника (например за счет сжигания топлива), основанное на принципе когенерации (при повышении КПД процесса до 80-90 %).

В технологии комбинированного производства тепло- и электроэнергии наряду с отдельными КГУ применяют мини-теплоцентрали (мини-ТЭЦ), микро-ТЭС, газопоршневые электростанции (ГПУ, на основе двигателя внутреннего сгорания и электрогенератора переменного тока) и другие энергопреобразовательные устройства.

Высокая экономическая эффективность преобразования топлива при когенерации обеспечивается тем, что оба вида энергии (электрическая и тепловая) производятся в одном агрегате, а затем оптимально (полно) используются на месте их потребления; тогда полученная теплота (от выхлопных газов и систем охлаждения агрегатов) расходуется по прямому назначению.

При невозможности полного использования произведенной теплоты излишняя ее часть может выпускаться в атмосферу и утилизироваться через систему принудительного охлаждения (в виде горячего воздуха, направляемого на обогрев помещений (воздушное отопление) или для технологических целей).

Из приведенного в [1] обзорного анализа возможного использования когенерационных установок следует, что на практике применяют два типа газопоршневых двигателей: с искровым зажиганием при работе на чистом газе (природном

или биологическом) и с воспламенением от сжатия при работе на дизельном топливе (или на смесях его с природным газом). Единичная мощность поршневых машин лежит в пределах от 0,2 до 20 МВт для дизелей и от 3 кВт до 6 МВт для искровых двигателей. Газопоршневые агрегаты, имеющие высокую производительность (при многообразии моделей) и работающие с широким диапазоном соотношений вырабатываемой тепловой и электрической энергии (от 1:1 до 3:1), эффективны в широком спектре нагрузок (от 30 до 100 %) при значениях КПД: электрического 35-45 % и общего 65-90 %; в них имеется возможность утилизации теплоты от охлаждения элементов машин.

Из известных установок, используемых для когенерации (в КГУ), можно отметить продукцию трех фирм-изготовителей [2]. Газопоршневые генераторы фирмы «Катерпилляр» серии G3500 (четыре модели) при работе на природном газе с низкой теплотой сгорания 35,6 МДж/м<sup>3</sup> (с возможным использованием попутного газа и биогаза) имеют электрическую мощность (при  $\cos\varphi=0,8$ ) 770-2000 кВт (с отбором на собственные нужды 30-50 кВт электроэнергии) при расходе природного газа (на 100 %-й нагрузке) 206-502 м<sup>3</sup>/ч; в них система утилизации теплоты расположена в отдельном контейнере или на крышке (модель G3516/B), ориентировочная масса силового модуля (с учетом массы генераторной установки) составляет 25-35 т. Предприятием ОАО «Звезда-Энергетика» в России введена в эксплуатацию автономная газопоршневая электрическая станция мощностью 6,6 МВт (на топливе – попутном нефтяном газе). Электрическая энергия вырабатывается пятью электрогенераторами на базе газопоршневых двигателей типа QSV91G единичной мощностью 1315 кВт производ-

ства фирмы «Cummins». Газопоршневые агрегаты (используемые в качестве когенераторов) фирмы DEUTZ ЗАО «Вадо инженеринг» мощностью 350-1400 кВт (пяти типоразмеров TBG) и 600-4000 кВт (восьми типоразмеров TCG) имеют следующие технические характеристики (соответственно): электрический КПД 36,9-40,2 % и 40,8-41,9 %; тепловая мощность 442-1547 кВт (0,38-1,33 Гкал/ч) и 556-4173 кВт (0,478-3,588 Гкал/ч); общий КПД 85,3-85,8 % и 79,9-86,6 %; расход газа 96-357 м<sup>3</sup>/ч и 150-983 м<sup>3</sup>/ч; масса 3750 – 45 100 кг.

Наибольший интерес (в виду полноты приведенной информации по классификации, устройству, режимам работы, принципам проектирования, областям применения: в жилищно-коммунальной сфере, промышленности, тепличном хозяйстве, а также с точки зрения больших преимуществ) представляют когенерационные системы РАЦИОНАЛ, включающие в себя когенерационные установки и когенерационные теплоэлектростанции (в составе одной или нескольких КГУ при совместной работе с котельной установкой), предназначенные для совместного производства электрической и тепловой энергии (за счет одного и того же первичного источника энергии) [3].

Указанные когенерационные системы обладают многими преимуществами (перед другими системами, способами и установками для производства энергии), такими как экономичность (вследствие меньшей площади размещения и малых потерь при транспортировке энергии; меньших затрат на подключение к внешним сетям; небольшого срока окупаемости; меньших затрат на топливо и низкой стоимости произведенной энергии; независимости от роста тарифов на энергию); эффективность (определяемая высокими значениями энергетического КПД и

меньшими потерями энергии в окружающую среду); надежность (из-за автономности функционирования, достаточности вырабатываемой энергии для собственных нужд и подключенных потребителей) и экологичность (в результате снижения выбросов загрязнителей в окружающую среду в 2-3 раза).

Когенерационные системы РАЦИОНАЛ предназначены для обеспечения электро- и теплоэнергией объектов промышленного, жилищно-коммунального, сельскохозяйственного и иного назначения и включают в себя когенерационные теплоэлектростанции (из нескольких КГУ) и когенерационные установки электрической мощностью от 50 кВт до 100 МВт, изготовленные на базе газопоршневых двигателей внутреннего сгорания (ГП ДВС).

КГУ включают в себя следующие системы оборудования:

- SGA (система агрегатного оборудования) предназначена для совместного производства электрической и тепловой энергии, полученной от одного и того же первичного источника энергии;

- SGU (система автоматического управления) предназначена для регулирования необходимых технологических параметров и управления работой КГУ без присутствия обслуживающего персонала;

- SGN (система насосно-теплообменного оборудования) предназначена для циркуляции хладагента в контурах систем охлаждения двигателя и передачи теплоты потребителям;

- SGO (система оборудования принудительного охлаждения) предназначена для поддержания требуемых температурных режимов хладагента в контурах систем охлаждения двигателя (при отсутствии разбора теплоты потребителями).

В состав теплоэлектростанций (помимо систем когенерационного оборудо-

вания) могут входить системы котельного оборудования, обеспечивающие дополнительные функции (требуемые при эксплуатации когенерационных систем).

Система агрегатного оборудования (SGA) состоит из следующих узлов:

- узел газопоршневого двигателя;
- узел трехфазного синхронного (индукционного типа) генератора;
- узел оборудования маслообеспечения;
- узел оборудования газоснабжения (с подачей газа от системы внутреннего газоснабжения объекта строительства).

Система автоматического управления (SGU) состоит из следующих четырех основных узлов: оборудование автоматического управления двигателем, шкаф управления КГУ, шкаф силового электрооборудования, шкаф диспетчерской сигнализации.

Система насосно-теплообменного оборудования (SGN) имеет контур охлаждения двигателя (для предотвращения повышения температуры поршня, клапанов и крышки цилиндров, которая при отсутствии охлаждения может достигать 1900 °С, а также для предотвращения детонации); при этом недопустимы как низкие температуры цилиндров двигателя (что препятствует образованию защитной пленки смазочного масла на смазываемых поверхностях), так и перегрев двигателя, т. е. переохлаждение и перегрев двигателя негативно сказываются на производительности и сроке службы установки.

Во всех ДВС образуется теплота в результате горения топливной смеси и трения рабочих механизмов.

Система охлаждения двигателя включает в себя охлаждающую рубашку двигателя и узел охлаждения смазочного масла.

Хладагент в системе охлаждения двигателя – водно-гликолевая смесь, пре-

дотвращающая повреждение двигателя в результате коррозии или замерзания. В контур теплоснабжения теплота передается через пластинчатый теплообменник (в виде пакета пластин из высококачественной коррозионно-устойчивой стали, спаянных в единую конструкцию в вакуумной среде), что позволяет использовать в тепловых сетях в качестве теплоносителя обычную воду после соответствующей водоподготовки.

Утилизация теплоты системы охлаждения двигателя обязательна. Для сброса теплоты (при отсутствии ее потребления) в составе установки предусмотрена сухая (вентиляторная) градирня.

Теплообменное оборудование контура охлаждения двигателя (при установке паяного пластинчатого теплообменника) обеспечивает передачу теплоты, выделяющейся при работе двигателя, и теплоты, содержащейся в выхлопных газах, в водяной контур системы теплоснабжения.

Циркуляцию хладагента в контуре охлаждения двигателя обеспечивает циркуляционный насос, а переключение потока хладагента для аварийного охлаждения (при отсутствии потребления теплоты в контуре теплоснабжения) – трехходовой регулирующий клапан.

Для создания оптимальных условий эксплуатации двигателя в первые минуты его работы в контур охлаждения входит электронагреватель, обеспечивающий нагрев хладагента перед запуском когенерационной установки.

Теплообменное оборудование контура охлаждения газозооудшной смеси выполняет следующие функции:

- при понижении температуры повышается плотность газозооудшной смеси, тем самым обеспечивается возможность наполнения цилиндров и значительно повышается мощность двигателя;

- при охлаждении смеси тепловая нагрузка снижается и изменяется токсичность отработанных газов.

В теплообменном оборудовании контура охлаждения газовой смеси поддерживаются следующие параметры:

- допустимая максимальная температура смеси после охладителя – 50 °С или 80 °С (в зависимости от типа двигателя), при несоблюдении данного требования снижается мощность двигателя;

- минимально допустимая температура смеси составляет 40 °С .

Охлаждение смеси осуществляется в охладителе смеси (интеркулере), поставленном в составе ГП ДВС, путем передачи теплоты топлива хладагенту контура охлаждения газовой смеси.

Некоторые типы двигателей снабжаются двухступенчатым охладителем смеси: на первой ступени (высокотемпературной) охлаждающей средой является хладагент системы охлаждения двигателя; на второй ступени (низкотемпературной) предусмотрен отдельный контур охлаждения с устройством принудительной циркуляции охлаждающей жидкости.

Теплообменное оборудование контура выхлопных газов включает в себя кожухотрубный теплообменник выхлопных газов, предназначенный для передачи теплоты, выделяющейся с выхлопными газами, в контур охлаждения двигателя с последующей утилизацией выхлопа на теплообменном оборудовании данного контура.

Система оборудования принудительного охлаждения (SGO) состоит из узлов вентиляторной градирни и шкафа управления ей (неотъемлемая часть всех КГУ), так как вырабатываемая установкой теплота при отсутствии ее потребления подлежит обязательной утилизации.

Когенерационные установки могут работать в следующих режимах (с учетом их назначения):

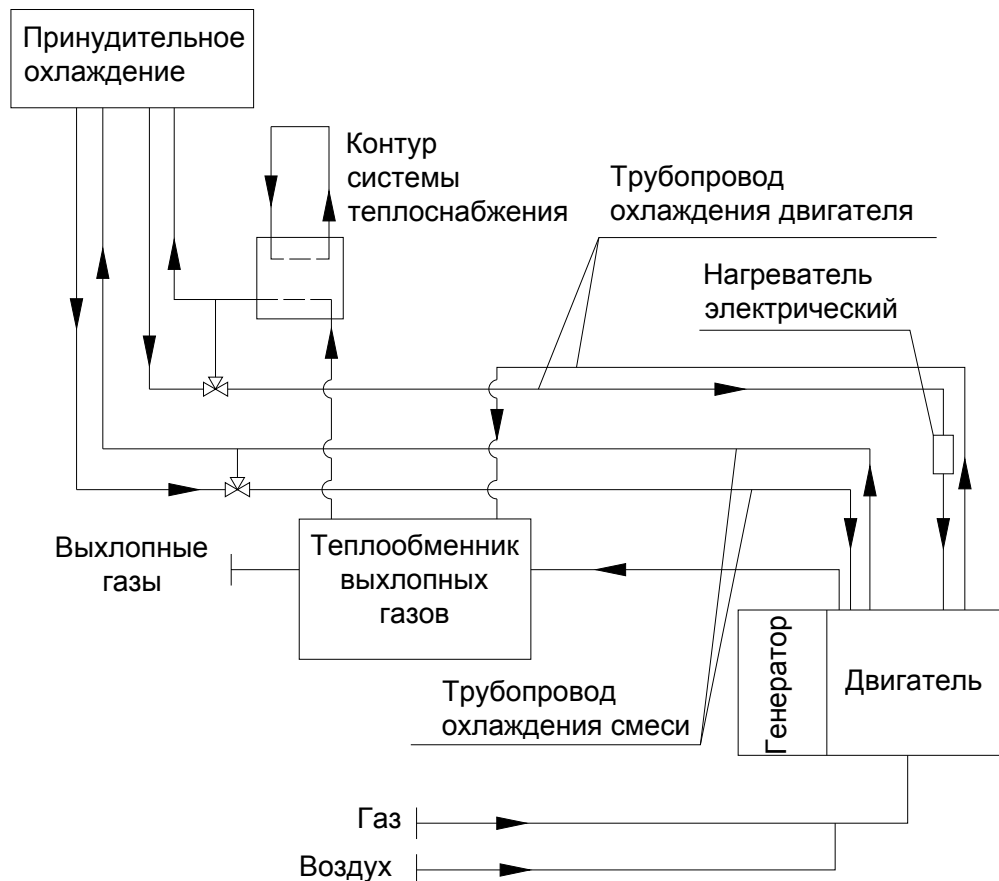
- в качестве резервного или аварийного источника электроэнергии;

- в качестве основного источника электроэнергии в автономном режиме;

- параллельно с сетью централизованного электротеплоснабжения.

На рисунке приведена тепловая схема (блок-схема) КГУ основной серии. Из анализа технических характеристик КГУ следует, что их мощности (механическая; электрическая; тепловая, в том числе двигателя и выхлопных газов; системы теплоснабжения) по каждой серии установок принимают значения в соответствии с маркой (серией) и типоразмером (в диапазоне электрических мощностей, характерных для обозначенных серий). КПД имеют значения (в общем диапазоне для всех серий): электрический – от 36,5 до 41,5 %; тепловой – от 42,2 до 54,5 %; общий – от 80,8 до 92,7 %; генератора – от 91 до 97,6 %. Наибольшие значения КПД: электрический – 41,5 % (КГУ RAM и KON), тепловой – 54,5 % (MOD и BLK), общий – 92,7 % (MOD и BLK), генератора – 97,6 % (RAM и KON). По ним не видна характерная закономерность (как по типоразмерам внутри серии – изменяются волнообразно, так и между сериями), поэтому значения КПД в каждом типоразмере определяются конкретными особенностями устройства и проведенных расчетов (испытаний). Можно говорить с достоверностью об усредненных значениях КПД по каждой серии установок, а при выборе и использовании КГУ для конкретного объекта необходимо проведение расчетов и балансовых испытаний установки.





Блок-схема когенерационной установки

В [4] приведена методика расчетного анализа (с обязательным привлечением результатов балансовых испытаний) показателей когенерационной установки на примере ГПУ модели PG1250В фирмы Wilson, эффективность работы которой характеризуется значениями КПД (точнее, значениями коэффициентов использования топлива, КИТ): электрического – 38,2 %, теплового – 48,1 % и суммарного (общего) – 86,3 %. При этом показано, что для оценки показателей (в том числе режимных параметров) необходимы учет энергетического баланса и инструментальная проверка фактической величины коэффициента когенерации и степени его снижения (в пределах 0,3-0,6) от расчетного значения в зависимости от долей сброса теплоты через воздушный радиатор (от 0 до 1) и

байпас (от 0 до 1). В диапазонах указанных долей сброса теплоты (при их уменьшении) электрический КПД цикла в ГПУ изменяется (увеличивается) от 0,38 до 0,8 (т. е. находится в интервале 38-80 %). При выборе основного оборудования КГУ необходимо учитывать изменение коэффициента когенерации на частичных нагрузках, включая нижнюю границу эксплуатационного диапазона, отдавая предпочтение ГПУ с высокотемпературными системами охлаждения.

Таким образом, из вышеизложенного следует, что современные автономные когенерационные системы, станции и установки (отечественных и зарубежных фирм-изготовителей), появившиеся в широком ассортименте на отечественном рынке энергетического оборудования и

предназначенные для комбинированной выработки электрической и тепловой энергии, могут обеспечить (независимо от централизованных источников энергии или в дополнение к ним) надежное, экономически выгодное и экологически безопасное децентрализованное энергообеспечение промышленных, жилищно-коммунальных и иных объектов.

#### **Библиографический список**

1. Кириенко, П.Я. Использование когенерационных установок при энергообеспечении предприятий / П.Я. Кириенко, В.Н. Дорофеев // Теоретические основы теплогасоснабжения и вентиляции : сб. докл. III Междунар. науч.-техн. конф. – М. : МГСУ, 2009. – С. 266 – 270.

2. Справочник энергетика / под ред. А.Н. Чохонелидзе. – М. : Колос, 2006. – 488 с.

3. Руководство по проектированию когенерационных систем // Компания «Рационал»: когенерационные и котельные системы. – № 105. – 2010. – 172 с.

4. Лешкович, В.В. Особенности оценки показателей энергоэффективности когенерационных установок / В.В. Лешкович, Н.Н. Николаев, Ю.Н. Николаев // Энергосбережение. – 2007. – № 7 – С. 44 – 51.

## Секция 4

# СТРОИТЕЛЬНЫЕ КОНСТРУКЦИИ

УДК 624.072.2.011

С.И. Рощина, Е.А. Смирнов, М.В. Лукин

### МЕТОДИКА И ПЛАНИРОВАНИЕ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ИССЛЕДОВАНИЯ УСИЛЕННЫХ ДЕРЕВЯННЫХ БАЛОК ПЕРЕКРЫТИЯ

*В настоящее время известно множество вариантов усиления деревянных балок перекрытия. Предлагаемый авторами метод заключается в усилении сжатой либо растянутой зон балок жесткой внешней арматурой в виде швеллера и вклеивании наклонной стержневой арматуры в тело балки.*

Исследования проводились на деревянных балках перекрытия со стандартными размерами поперечного сечения  $100 \times 240$  мм и длиной 4,8 м. Конструкция и поперечный разрез усиленной деревянной балки приведены на рис. 1.

В целях изучения действительной работы конструкции были выполнены расчеты инженерным методом, а также с использованием численных исследований на программном комплексе Lira 9.0.

Для подтверждения результатов теоретических расчетов были проведены экспериментальные исследования.

С целью изучения напряженно-деформированного состояния балок расчетным пролетом 4,5 м была принята восьмиточечная схема нагружения, которая с достаточной точностью имитирует эксплуатационную нагрузку, равномерно распределенную по пролету.

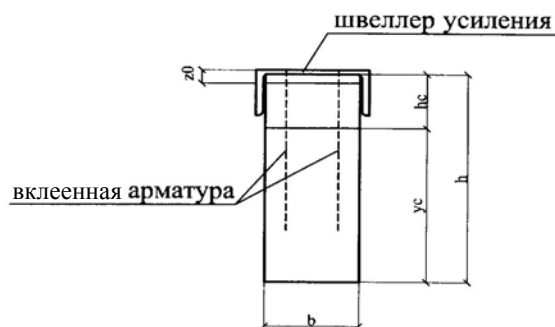
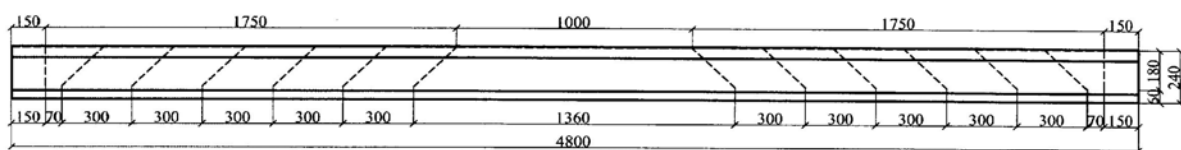


Рис. 1. Конструкция и поперечный разрез усиленной деревянной балки перекрытия

Установка для испытаний балок представляет собой мощный стационарный стенд (рис. 2). Он состоит из реактивной балки, на которой расположены опоры для испытываемых балок и передаточные валы диаметром 300 мм.

Нагружение испытываемого образца происходит с помощью платформ, которые крепятся к передаточным валам. Через передаточные валы нагрузка увеличивается в семь раз и передается на верх-

ний пояс ферм хомутами с деревянными подкладками. Нагрузка от фермы передается на опоры через металлические распределительные пластины, закрепленные в опорных участках нижнего пояса. Эти пластины обеспечивают прочность древесины на смятие в опорных участках конструкций. Для обеспечения устойчивости балки были установлены дополнительные стойки, жестко соединенные с реактивной балкой.

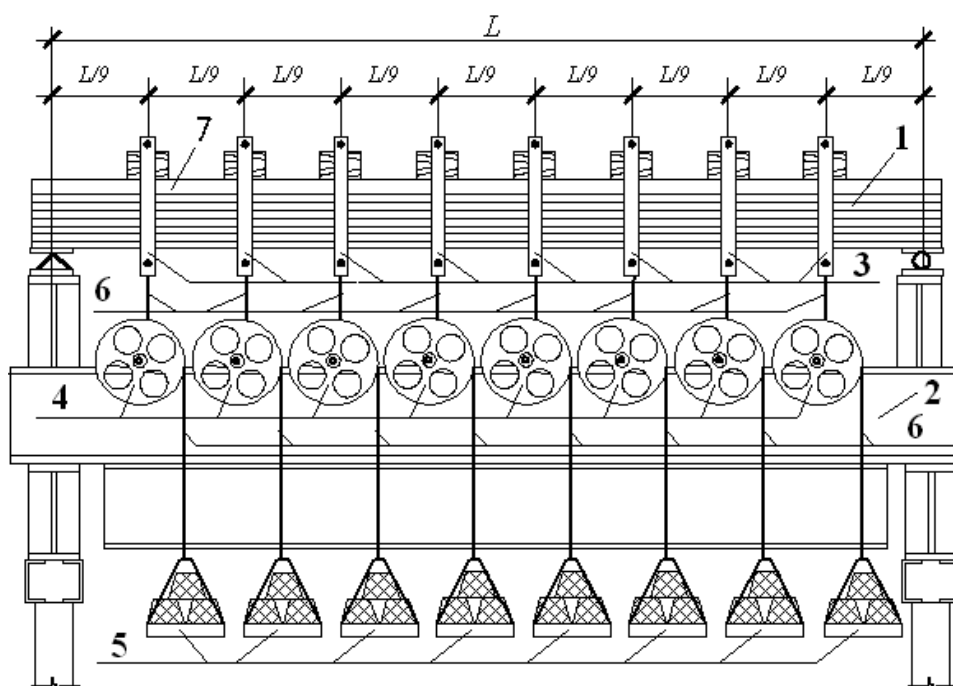


Рис. 2. Схема экспериментальной установки: 1 – армированная деревянная балка; 2 – реактивная балка I № 45 + I № 30Б1; 3 – хомуты с деревянными подкладками; 4 – передаточный вал-катушка; 5 – корзины с грузом; 6 – тросики; 7 – швеллер усиления № 12

Технико-экономические соображения и геометрические размеры экспериментальной установки показывают, что решение поставленных выше задач исследования целесообразно выполнить на натуральных балках. Испытанию подвергается натурная конструкция, что дает возможность сохранить все физические явления, происходящие в конструкциях при нагружении.

Для проведения экспериментальных исследований усиленных балок выбран ме-

тод тензометрии, поскольку из всех широко применяемых методов он один дает не качественную, а количественную картину перемещений и напряжений. Для подтверждения теоретических данных важны численные значения напряжений.

Качественная картина распределения напряжений получена с помощью МКЭ. Владимирский государственный университет располагает аппаратурой для проведения тензометрических измерений –

цифровым тензометрическим комплексом СИИТ–3М. Метод апробирован, проведено большое количество испытаний с применением тензометрической аппаратуры. Размеры испытываемых балок приняты согласно имеющемуся сортаменту балок, используемых в междуэтажных и чердачных перекрытиях. Для каждой серии балок испытано по три модели.

Расчетный пролет принят равным 4,5 м. Высота сечения – равной 0,24 м, что составляет  $h/l = 1/2,4$ . Ширина сечения –

100 мм. При этом отношение базы тензорезистора к высоте модели составляет 0,083. Армирование балок производилось прокатным швеллером № 12, выбор которого осуществлялся по ширине балки, и парными стержнями класса А 500 диаметром 10 мм. При данном армировании коэффициент  $\mu = 0,0554$ .

Схема расположения измерительных приборов приведена на рис. 3. Общий вид экспериментальной установки с испытываемой балкой приведен на рис. 4.

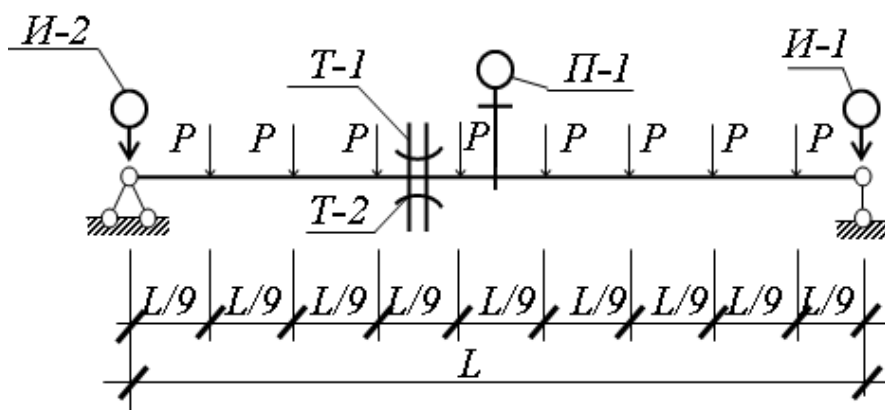


Рис. 3. Схема расположения измерительных приборов:  
 П-1 – прогибомер марки 6-ПАО; Т-1, Т-2 – тензометры Гукенбергера;  
 И-1, И-2 – индикаторы часового типа



Рис. 4. Общий вид экспериментальной установки с испытываемой балкой

Испытание балок на вышеописанной установке с применением измерительных приборов позволяет наиболее точно приблизить работу балки к реальным условиям эксплуатации. Таким образом, правильное планирование эксперимента и четкое соблюдение методики экспериментального исследования помогают наиболее полно выявить особенности напряженно-деформированного состояния усиленных деревянных балок и перехода в предельное состояние, а также изучить характер разрушения балок и определить величины разрушающей нагрузки.

### Библиографический список

1. Иванов, Ю.М. Инструкция по испытанию деревянных конструкций с определением несущей способности / Ю.М. Иванов. – М. : ЦНИИСК, 1972.
2. Рекомендации по испытанию деревянных конструкций. – М. : Стройиздат, 1976. – 32 с.
3. Щуко, В.Ю. Экспериментальное исследование работы деревянных балок, армированных стальными стержнями / В.Ю. Щуко, С.А. Щуко // Тр. Иркут. политехн. ин-та. – Вып. 56 : Исследование инженерных конструкций. – Иркутск, 1969. – С. 16 – 26.

УДК 624.012.3

В.И. Воронов, С.И. Рощина, В.В. Михайлов

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИСПЫТАНИЯ ПРЕДВАРИТЕЛЬНО НАПРЯЖЕННЫХ ПЛИТ ПЕРЕКРЫТИЙ СТЕНДОВОГО БЕЗОПАЛУБОЧНОГО ФОРМОВАНИЯ

*Приводятся результаты производственных испытаний предварительно напряженных плит перекрытий, изготовленных по новой прогрессивной технологии безопалубочного формования. Даются рекомендации по совершенствованию технологии и методики испытаний.*

В связи с началом производства многопустотных предварительно напряженных плит в цехе ООО «ГРАД» потребовалось провести их испытание до разрушения в соответствии с ГОСТ 8829-94. Испытание железобетонных плит перекрытий проводилось в цехе, где изготавливались плиты. Испытанию подвергались три плиты перекрытия марки ПБ 60-12-8, изготовленные на одном и том же стенде по одной и той же технологии, но в разное время.

Испытанные плиты изготавливались из бетона класса В40 с напрягаемой

арматурой в нижней и верхней зонах, предусматривалось отсутствие трещин в стадиях эксплуатации, перевозки и монтажа. Нижняя зона армирована канатами класса К-7 диаметром 12 мм (4 шт), а в верхней зоне устанавливалось армирование 4Ø4ВрII. Армирование плит соответствовало рабочим чертежам ГУП «НИИ-Мосстрой», согласованным с НИИЖБ. Основные данные по испытанным плитам приведены в табл. 1. Обращает на себя внимание близкое значение  $\sigma_{02}$  и  $\sigma_{вр}$ , а также невысокий процент содержания арматуры в сечении плит.

Таблица 1

Номер плиты	Кубиковая прочность бетона, МПа	Площадь сечения арматуры, мм <sup>2</sup>		$\mu$ , %	Временное сопротивление при разрыве $\sigma_{вр}$ , МПа	Предел текучести $\sigma_{02}$ , МПа	$\sigma_{02}/\sigma_{вр}$
		$A_{sp}$	$A'_{sp}$				
1	41,2	362,4	50,2	0,19	1870	1765	0,944
2	48,0	362,4	50,2	0,19	1870	1765	0,944
3	44,6	362,4	50,2	0,19	1870	1765	0,944

Плиты испытывались по схеме шарнирно-опертой балки с расчетным пролетом 5,9 м, как и предусмотрено рабочими чертежами. Загружение осуществлялось ступенями в 10 этапов с использованием в качестве загрузочного средства силикатного модульного кирпича весом 50,2...50,7 Н. Контрольные нагрузки по рабочим чертежам без учета собственного веса составляли: 12,8 кН/м<sup>2</sup> при первом случае разрушения (от текучести арматуры); 16,1 кН/м<sup>2</sup> при втором случае разрушения (от раздробления бетона сжатой зоны); 6,7 кН/м<sup>2</sup> при оценке жесткости с контрольным значением прогиба 0,6 см.

При испытаниях плит замерялись осадка опор, прогиб середины плит и ширина раскрытия трещин. Для этого использовали прогибомеры ПАО-6 с ценой деления 0,01 мм в количестве шести штук и микроскоп МПБ -2 с ценой деления 0,05 мм.

Величина прогиба испытанных плит при контрольной нагрузке 6,70 кН/м<sup>2</sup> для оценки жесткости составила 4,6...5,2 мм, а трещин в плитах не было обнаружено, что подтверждается линейным графиком прогибов. Таким образом, второе предельное состояние испытанных плит отвечает требованиям проекта и ГОСТ 8829-94.

Все испытанные плиты доводились до разрушения. Фрагмент загрузки плит за этап до разрушения приведен на рис. 1. Разрушение всех испытанных плит произошло по одной и той же схеме по первому случаю разрушения – по нормальному сечению при напряжениях, достигающих условного предела текучести арматуры.

Величина разрушающей нагрузки составила 11,3...11,5 кН/м<sup>2</sup> без учета собственного веса при контрольной величине 12,8 кН/м<sup>2</sup>.



Рис. 1. Фрагмент загрузки плит

Таким образом, несущая способность каждой из плит не соответствует требованиям проекта и ГОСТ 8829-94. Разрушение всех плит происходило внезапно с образованием одной нормальной трещины в середине пролета при прогибе 8,2...9,3 мм. Ширина раскрытия трещин при опускании плит на

страховочные опоры достигала 2,66 мм, а величина прогиба – 26...32 мм. Других нормальных трещин в пролете трех испытанных плит не появлялось. Наклонных трещин на опорах также не образовывалось. Фрагменты образования и раскрытия трещин в момент разрушения представлены на рис. 2.



Рис. 2. Фрагменты раскрытия трещин при разрушении

Разрушение характеризовалось интенсивным нарастанием прогибов, которые в 7...10 раз превышали прогибы на предыдущем этапе, и конструкция садилась на страховочные опоры. Графики изменения прогибов испытанных плит представлены на рис. 3. Основные данные по результатам испытания плит приведены в табл. 2.

Характер разрушения был внезапным с образованием единственной трещины и резким нарастанием прогиба. Момент образования трещин сопровождался глухим звуком. Такой тип разрушения изгибаемого предварительно напряженного элемента опасен, поскольку разрушение происходит без явных признаков в виде системы нормальных трещин и заметных визуально прогибов.

На это обстоятельство обращал внимание профессор С. А. Дмитриев: «При малопластичной растянутой арматуре для изгибаемых элементов предварительное напряжение опасно» [1]. При практически мгновенном образовании одной трещины в растянутом бетоне появление продольных колебаний в арматурном стержне объясняется приложением усилия в виде импульса, которое воспринимается бетоном.

Это усилие действует симметрично относительно средней точки стержня, но в противоположных направлениях. Стержень симметрично растягивается в первый момент приложения усилия как удара, а затем в силу высокой упругости деформируется в обратном направлении.

Таблица 2

Номер плиты	Контрольная нагрузка по жесткости, кН/м <sup>2</sup>	Прогиб $f_n$ , мм	$f_n/l$	Разрушающая нагрузка при испытании $q_{разр}$ , кН/м <sup>2</sup>	Разрушающая нагрузка по проекту $q_{разр}^{пр}$ , кН/м <sup>2</sup>	Расчетная нагрузка $q$ , кН/м <sup>2</sup>	Коэффициент $C=q/q_{разр}$	Прогиб перед разрушением, мм	$a_{срс}$ при разрушении, мм
1	6,7	5,2	1/1130	11,3	12,8	8,0	1,292	8,6	2,46
2	6,7	5,8	1/1010	11,5	12,8	8,0	1,310	9,0	2,60
3	6,7	4,6	1/1280	11,5	12,8	8,0	1,310	8,2	2,66



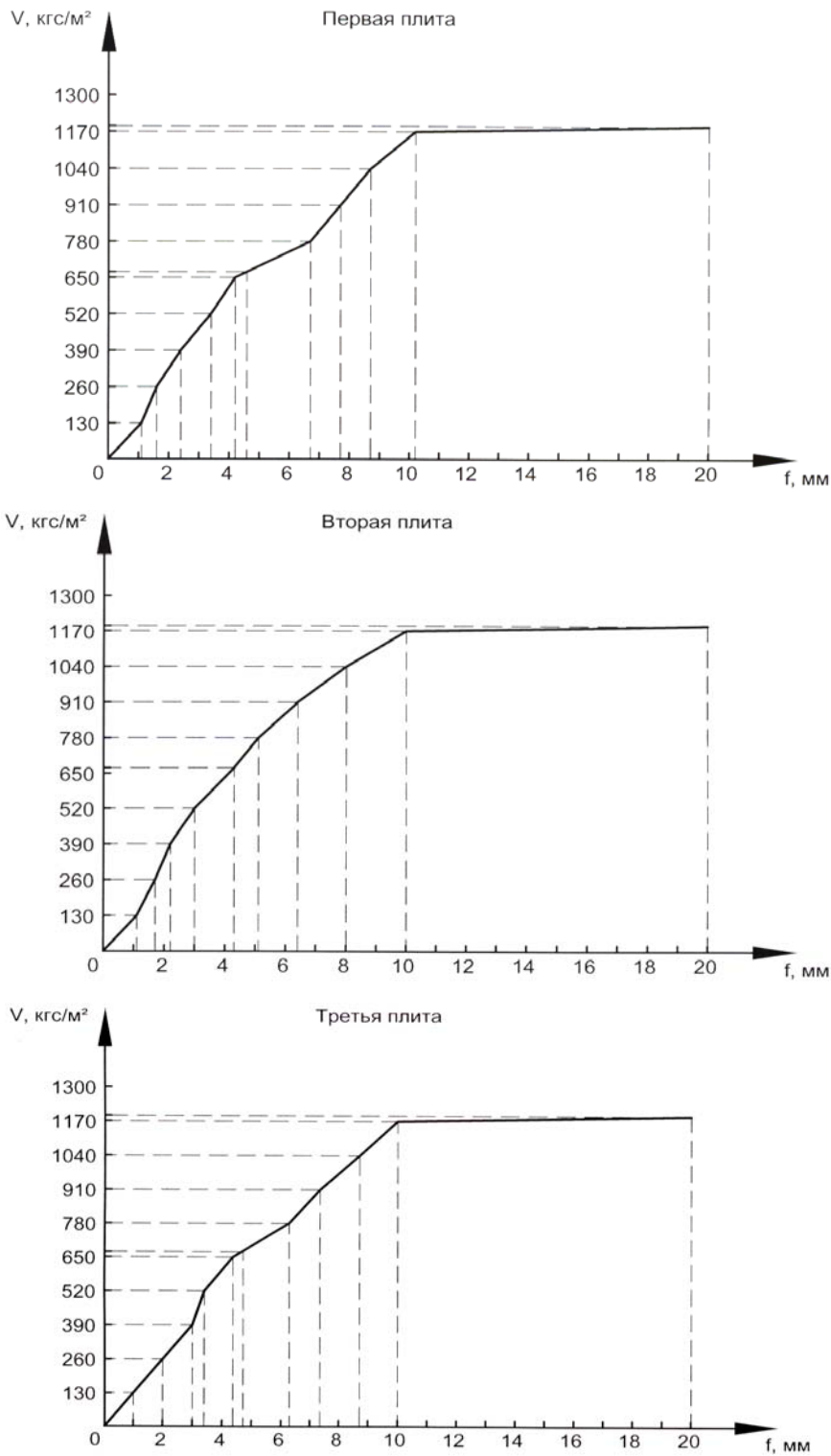


Рис. 3. Графики изменения прогиба испытанных плит

Возникают кратковременные колебания. Наибольшее ударно прилагаемое напряжение появляется в момент разрыва растянутого бетона. Данный эффект аналогичен процессу появления продольных

волн при ударе по металлическому стержню [3]. Задача живучести предварительно напряженного железобетонного элемента с высоким уровнем предварительно напряжения в арматуре рассмот-

рена в работе [2]. В момент образования одной трещины, что имело место в трех испытанных плитах, все усилие, ранее воспринимавшееся бетоном, мгновенно передается на арматуру.

Согласно данным работы [2] в арматуре возникают продольные колебания вокруг точки статического равновесия после мгновенного образования трещины. Дина-

мическое усилие в арматуре может быть определено по формулам из работы [2]:

$$H_s^d = H_s + 2H_b,$$

где  $H_s$  и  $H_b$  – соответственно усилия в арматуре и бетоне перед образованием трещины:

$$H_s = (\sigma_{sp} + 2\alpha R_{bn})A_{sp}; \quad H_b = R_{bt,n}(h_0 - x)b.$$

Выполненные расчеты сведены в табл. 3.

Таблица 3

Но- мер плиты	Кубиковая прочность бетона, МПа	Усилие $H_{b1}$ , кН	Усилие $H_{дин\ s1}$ , кН	Напря- жение $\sigma_{дин\ sp1}$ , МПа	$\sigma_{дин\ sp1}/\sigma_{02}$	Усилие $H_{дин\ s2}$ , кН	Напря- жение $\sigma_{дин\ sp2}$ , МПа	$\sigma_{дин\ sp2}/\sigma_{02}$
1, 2, 3	44,6	123,3	561,1	1550,1	0,88	654,8	1809,1	1,025

В табл. 3 усилие  $H_{b1}$  определено в предположении упругой работы растянутого бетона с учетом динамического упрочнения  $\gamma_{дин} = 1,2$ ; усилие  $H_{дин\ s2}$  вычислено с учетом криволинейной эпюры напряжений в растянутом бетоне ( $H_{b2} = 154,125$  кН). Из данных табл. 3 следует, что в момент образования трещины напряжения в арматуре близки к  $\sigma_{02}$ , что подтверждает и резкое нарастание прогиба (см. рис. 3). Опасный с позиции надежности тип разрушения плит с напрягаемой высокопрочной арматурой К-7 обусловлен, на наш взгляд, следующими причинами:

- малым процентом армирования (0,19 %) против рекомендованных ранее оптимальных значений для плит (0,3 %) за счет отсутствия ненапрягаемой арматуры в виде сеток в нижней и верхней зонах плит;

- высоким уровнем предварительного напряжения в арматуре;

- динамическим скачком напряжений в напрягаемой арматуре при образовании одной трещины в середине пролета; весьма вероятно, что при этом снижается или нарушается сцепление арматуры с бетоном.

Для обеспечения надежности работы плит, армированных канатами, с разрушением по нормальному сечению было ре-

комендовано армировать плиты марки ПБ 60-12-8 пятью канатами и пятью проволоками с коэффициентом армирования 0,0025. Заводские испытания плит с измененным армированием обеспечили требуемую рабочими чертежами несущую способность (13,30 кН/м<sup>2</sup> без собственного веса плиты) и удовлетворили требование ГОСТ 8829-94. Проверить плиты с дополнительным армированием сетками из обыкновенной проволоки без изменения количества напрягаемой арматуры не представилось возможным в связи с существующей технологией изготовления плит.

### Библиографический список

1. Дмитриев, С. А. Влияние предварительного напряжения на прочность и жесткость железобетонных конструкций / С.А. Дмитриев // Исследования по теории железобетона. – Вып. 17. – М. : Госстройиздат, 1960. – С. 5 – 15.

2. Ключева, Н. В. Приспособляемость железобетонных конструкций : автореф. ... д-ра техн. наук / Н.В. Ключева. – Орел, 2009. – 20 с.

3. Кошкин, Н. И. Справочник по элементарной физике / Н.И. Кошкин, М.Г. Шеркевич. – М., 1966. – С. 95 – 96.

## ПРОЕКТИРОВАНИЕ И РАСЧЁТ ЖИВОТНОВОДЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА ОАО «АНДРЕЕВСКОЕ»

*Приводится опыт проектирования здания сельскохозяйственного назначения по принципиально новой строительно-конструктивной схеме.*

Место возведения здания животноводческого комплекса – село Андреевское Юрьев-Польского района Владимирской области. Запроектированное здание трёхпролётное неотапливаемое, обладающее тепловой инерцией, с размерами в осях в плане 40,5×129 м. Здание с полным каркасом и несущими конструкциями из стали. Шаг несущих конструкций в продольном направлении – 3,0 м.

В качестве ограждающих конструкций приняты панели типа «Сэндвич - 60» по стальным многопролётным прогонам. Фундаменты здания (отдельно стоя-

щие столбчатые мелкого заложения) выполнены из монолитного бетона класса не ниже В15.

Фундаменты запроектированы на основании «Отчёта по инженерно-геологическим изысканиям, выполненным для разработки рабочего проекта под реконструкцию животноводческого комплекса ОАО «АНДРЕЕВСКОЕ» в селе Андреевское Юрьев-Польского района Владимирской области» в 2007 г.

Поперечник здания с несущими конструкциями из стали и фундаментами мелкого заложения приведен на рис. 1.

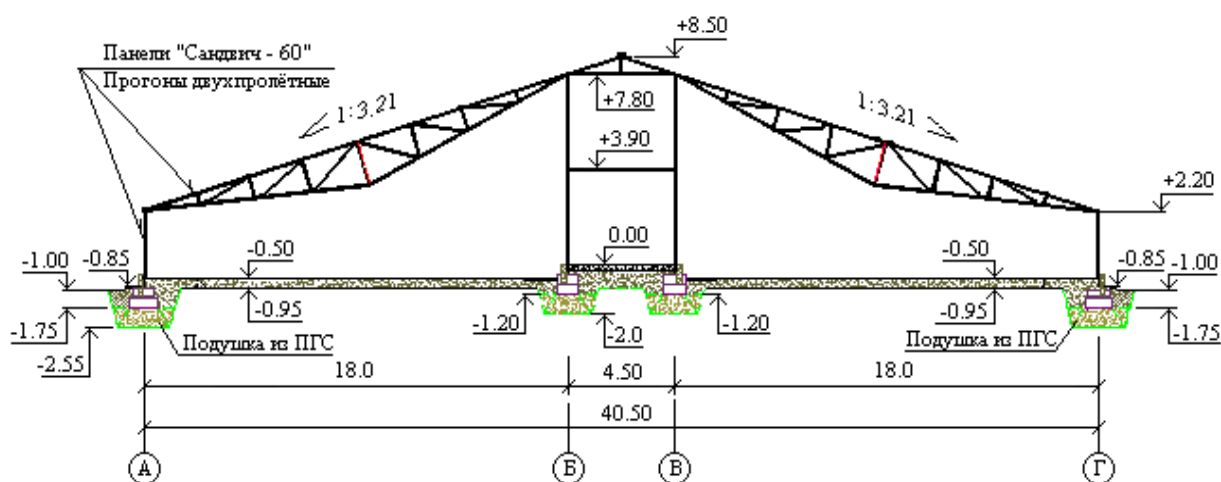


Рис. 1. Поперечник здания с фундаментами мелкого заложения

Монтажная схема здания со скатными и вертикальными связями по стропильным фермам приведена на рис. 2.

Сбор нагрузок на элементы каркаса здания выполнен для климатического

района Пв со средней температурой наиболее холодной пятидневки  $-28^{\circ}\text{C}$  согласно указаниям СНиП 23-91-99\* «Строительная климатология». Внешние полезные нагрузки от оборудования, лю-

дей, животных, складированных материалов и расчётные значения снеговой и ветровой

нагрузок приняты по СНиП 2.01.07-85\* «Нагрузки и воздействия».

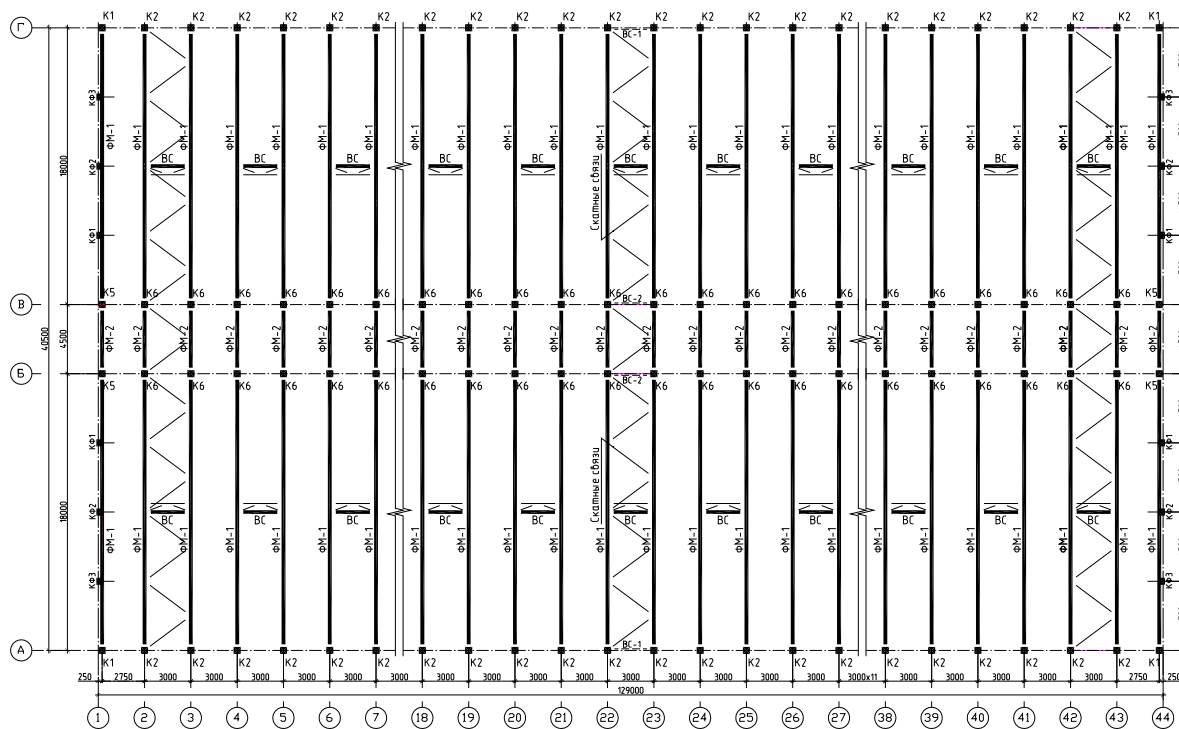


Рис. 2. Монтажная схема стропильных ферм со скатными и вертикальными связями

Прогоны несущего остова здания запроектированы по разрезной и неразрезной схемам. Для упрощения монтажа рекомендовано применять разрезную систему прогонов, несмотря на то что при этом увеличивается расход стали. Расчёт прогонов выполнен на нагрузки от веса кровли, собственного веса прогонов, снега и ветра. Прогон в рабочем проекте запроектированы из гнутого равнополочного швеллера 140×60×6 мм по ГОСТ 8278-83\* стали марки С245 по ГОСТ 27772-88\*.

Фермы стропильные шпренгельные стальные пролётом 18 м запроектированы под расчётную нагрузку 700 кг/п.м. В расчётную нагрузку собственный вес ферм не включён.

Осуществлена проверка на прочность и деформативность принятых сечений стержневых элементов ферм, запроектированных по двум вариантам:

- фермы со стержнями из парных уголков;

- фермы со стержнями из круглых и прямоугольных труб.

*Вариант № 1.* Фермы выполнены со стержнями из двух уголков, составленных тавром, и узлами на фасонках, которые заведены между уголками. Стержни решетки к фасонкам прикреплены фланговыми швами. Проценты исчерпания несущей способности ферм по сечениям варианта № 1 см. по рис. 3.

*Вариант № 2.* Фермы запроектированы с бесфасоночными узлами, т. е. с непосредственным примыканием стержней решетки к поясам:

- верхний пояс выполнен из квадратного гнутосварного замкнутого профиля 110×6,0 мм;

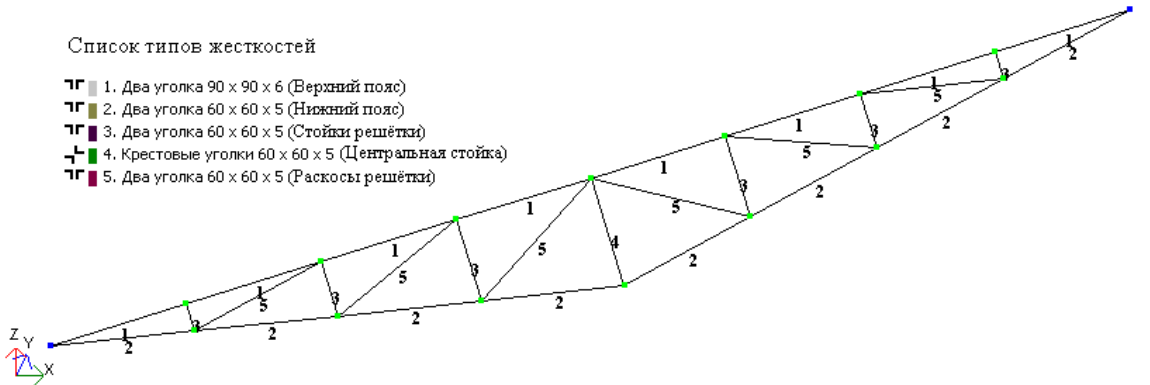
- нижний пояс и элементы решетки – из электросварных труб  $\varnothing 102 \times 4,5$  мм и  $\varnothing 89 \times 4,0$  мм.

Проценты исчерпания несущей способности ферм по сечениям варианта № 2 представлены на рис. 4.

Вариант № 1

Список типов жесткостей

- 1. Два уголка 90 × 90 × 6 (Верхний пояс)
- 2. Два уголка 60 × 60 × 5 (Нижний пояс)
- 3. Два уголка 60 × 60 × 5 (Стойки решетки)
- 4. Крестовые уголки 60 × 60 × 5 (Центральная стойка)
- 5. Два уголка 60 × 60 × 5 (Раскосы решетки)



а)

1-е предельное состояние. Проверка. Расчет по РСУ.



б)

2-е предельное состояние. Проверка. Расчет по РСУ.



в)

Местная устойчивость. Проверка. Расчет по РСУ.

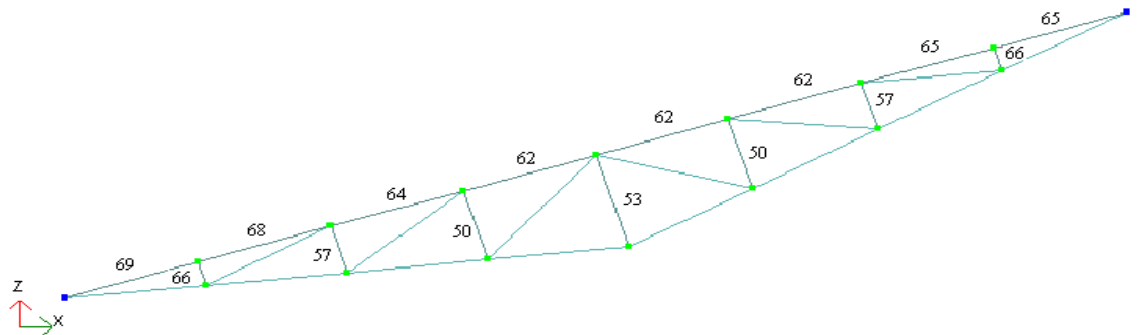


Рис. 3. Проверка принятых сечений стержневых элементов ферм варианта № 1 на процент исчерпания несущей способности: а – на прочность по первому предельному состоянию (78,4 %); б – на деформативность по второму предельному состоянию (63,7 %); в – на местную устойчивость (68,9 %)

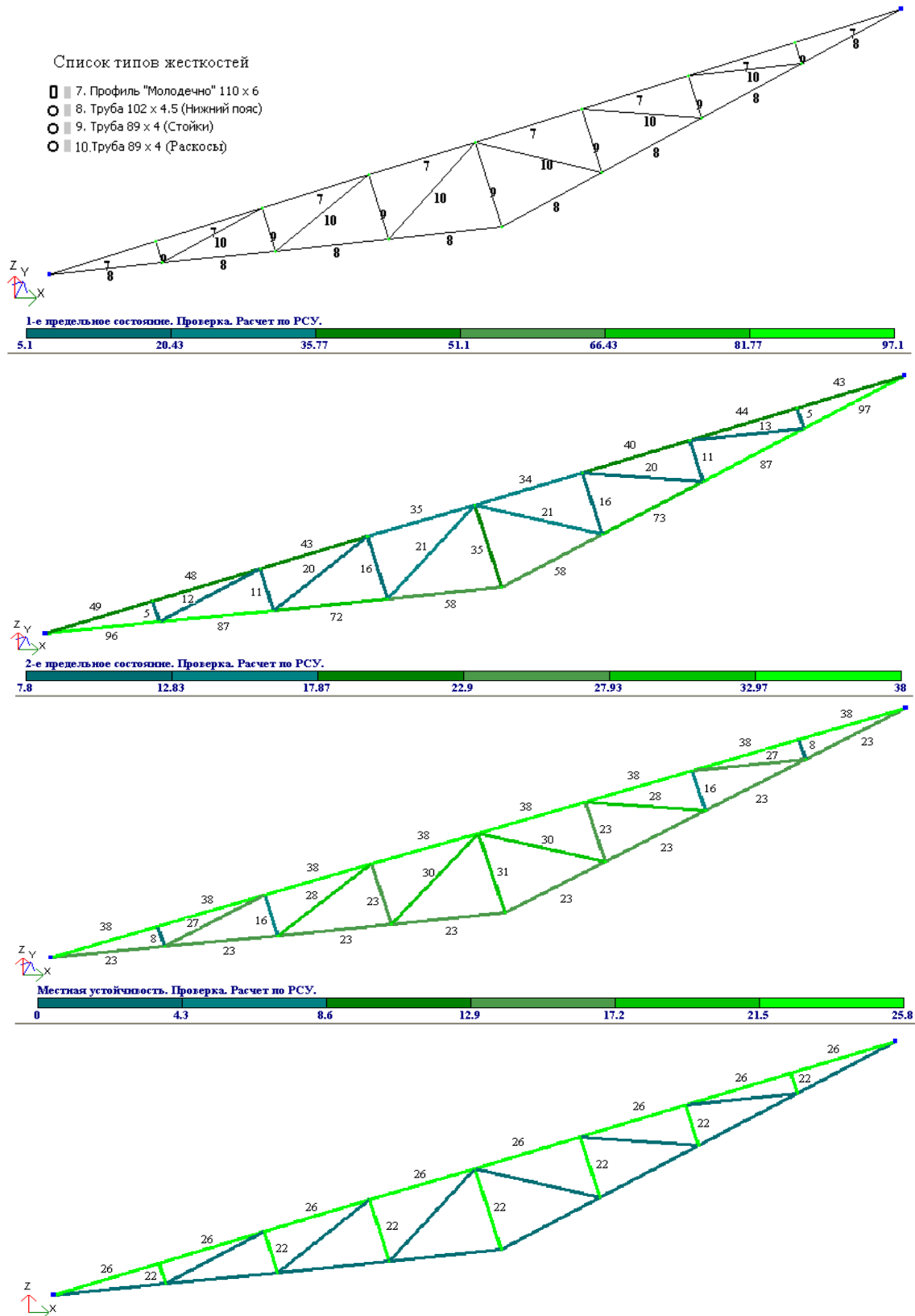


Рис. 4. Проверка принятых сечений стержневых элементов ферм варианта № 2 на процент исчерпания несущей способности: а – на прочность по первому предельному состоянию (97,1 %); б – на деформативность по второму предельному состоянию (38 %); в – на местную устойчивость (25,8 %)

Прочность и деформативность ферм по варианту № 1 со стержнями из двух уголков, составленных тавром, и по варианту № 2 со стержнями из круглых и квадратных труб обеспечена (см. результаты расчёта, приведенные на рис. 3 и 4).

На основании сравнительного анализа результатов расчёта двух вариантов стропильных шпренгельных ферм в рабочем проекте был принят для дальнейшей

разработки и изготовления конструктивный вариант № 1 со стержнями из двух уголков, составленных тавром. Он сократил сроки изготовления конструкций и возведения здания. Запроектированное здание животноводческого комплекса в селе Андреевское Юрьев-Польского района Владимирской области планируется сдать в эксплуатацию в 2011 г.

УДК 624.035

Е.А. Смирнов, А.М. Степанов, Е.И. Болотова

### **ПРОВЕРКА ПРОСТРАНСТВЕННОЙ ЖЁСТКОСТИ И УСТОЙЧИВОСТИ ЗДАНИЯ ЗРИТЕЛЬНОГО КОМПЛЕКСА, ПРИСТРОЕННОГО К КИНОТЕАТРУ «КИНОМАКС - БУРЕВЕСТНИК»**

*На примере реконструкции известного здания кинотеатра даются научно-практические рекомендации по проверке пространственной жёсткости и устойчивости сложной конструкции с комбинированным несущим остовом и неполным каркасом.*

Необходимость поверочного расчёта пространственной жёсткости и устойчивости здания зрительного комплекса, пристроенного к кинотеатру «КИНОМАКС - БУРЕВЕСТНИК» в г. Владимире по проспекту Ленина, д. 29, возникла в период возведения несущего остова. Расчёт важен в связи с выполнением ответственных конструкций и узлов их сопряжений с отклонениями от проектных решений из-за увеличения снегового мешка в результате изменения этажности примыкающего здания с двух этажей до четырёх.

Несущий остов трехэтажной пристройки комбинированный, запроектирован из различных материалов: стали и железобетона. Стержневые стоечные и балочные элементы несущего остова запроектированы и выполнены из металлических конструкций прокатных и составных сварных сечений. Роль вертикальной опоры в ряде случаев играет кирпичная стена.

Перекрытия над первым этажом в зрительных помещениях выполнены ступенчатой формы из монолитного железобетона. Горизонтально расположенные перекрытия и покрытия выполнены из железобетона по профилированному настилу.

Пристроенное к кинотеатру здание отапливаемое, запроектировано в плане в виде усечённого сектора с углом  $83^\circ$  и максимальным радиусом 20,4 м (рис. 1).

Основные данные для поверочного расчёта приняты следующие.

Климатический район – Пв. Средняя температура наиболее холодной пятидневки  $-28^\circ\text{C}$  согласно указаниям СНиП 23-91-99\* «Строительная климатология».

Снеговой район III с расчётным весом снега на горизонтальную поверхность покрытия  $180\text{ кгс/см}^2$ .

Ветровой район I с нормативным значением ветрового давления  $23\text{ кгс/см}^2$ .

Зрительный комплекс, пристроенный к кинотеатру «КИНОМАКС - БУРЕВЕСТНИК» в г. Владимире по проспекту Ленина, отнесён ко второму нормальному

уровню ответственности с коэффициентом надёжности по назначению  $\gamma_n = 1,0$ .

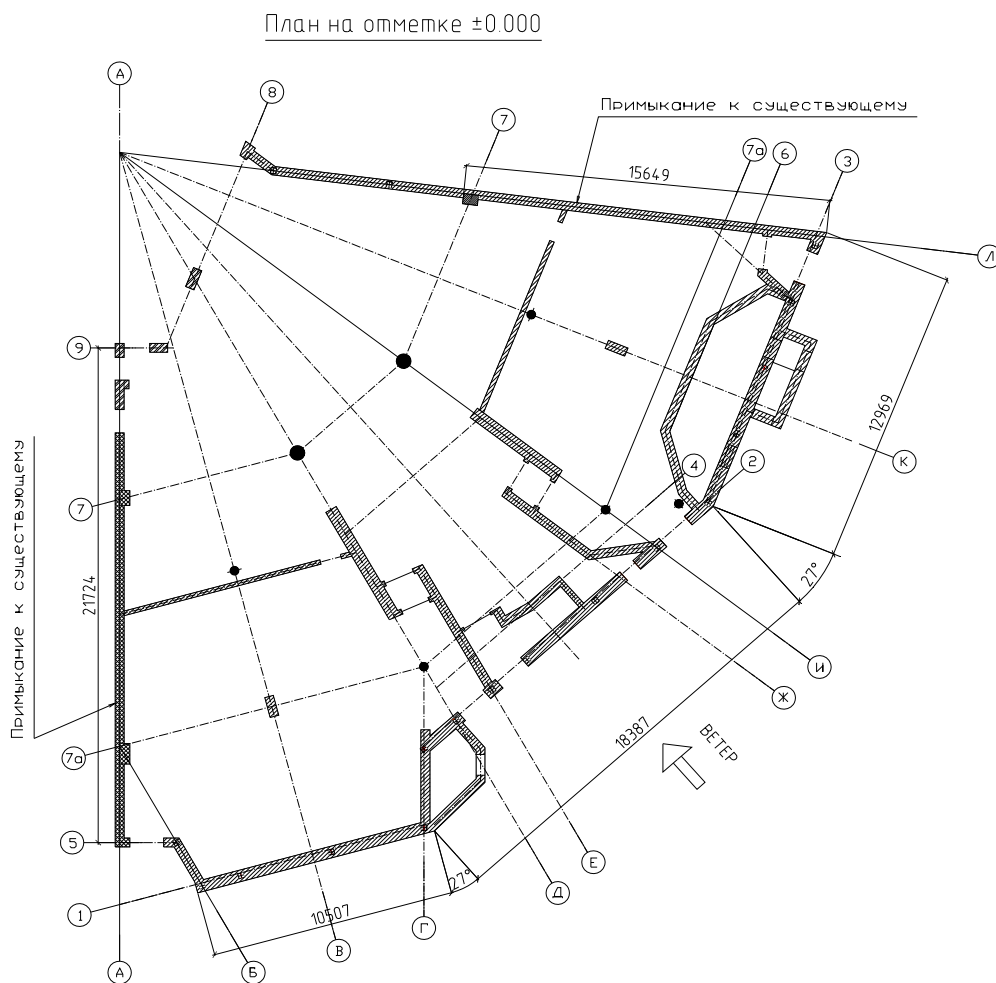


Рис. 1. План пристройки с комбинированным несущим остовом и неполным каркасом

Решение вышестоящих задач по проверке прочности и пространственной устойчивости возводимого здания выполнено по программе «SCAD». Жесткостные характеристики несущих элементов остова (металлических колонн, ригелей, железобетонных перекрытий и покрытий по профилированному настилу, а также кирпичных стен и ограждающих конструкций) приняты на основании рабочего проекта «Зрительный комплекс, пристроенный к кинотеатру «КИНОМАКС - БУРЕВЕСТНИК»».

Расчётная компьютерная модель пристройки зрительного комплекса построена на основании представленных чертежей:

- архитектурных чертежей пристройки, планов первого, второго и третьего этажей, разрезов, разработанных ООО «Архитектурная мастерская»;
- рабочего проекта «Зрительный комплекс, пристроенный к кинотеатру «КИНОМАКС - БУРЕВЕСТНИК»» и рабочих чертежей, выпущенных дополнительно в ходе проведения авторского над-

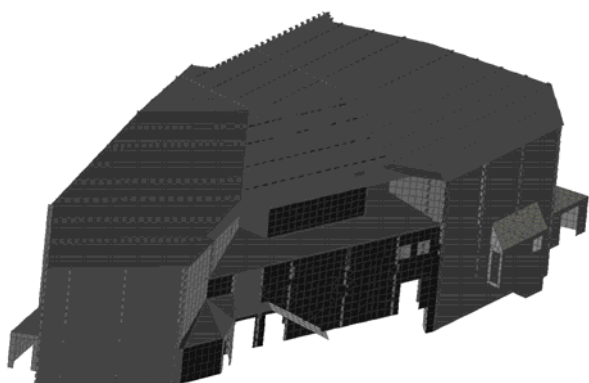


зора за строительством и разработанных проектной мастерской ООО «Студия Сервис».

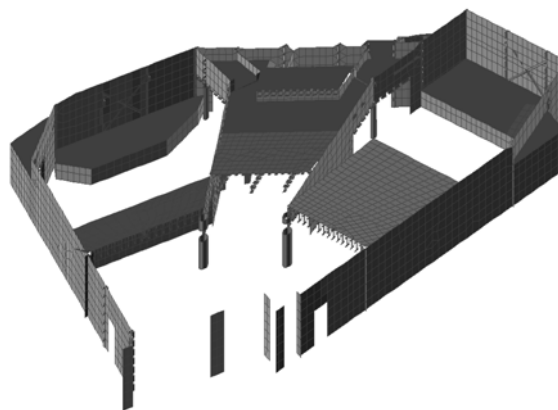
Пространственная компьютерная модель зрительного комплекса, пристроенного к кинотеатру «КИНОМАКС - БУ-

РЕВЕСТНИК», приведена на рис. 2, а. Построение компьютерной модели осуществлялось поэтапно, с наращиванием по высоте металлического остова и здания в целом (рис. 2, б, в, г).

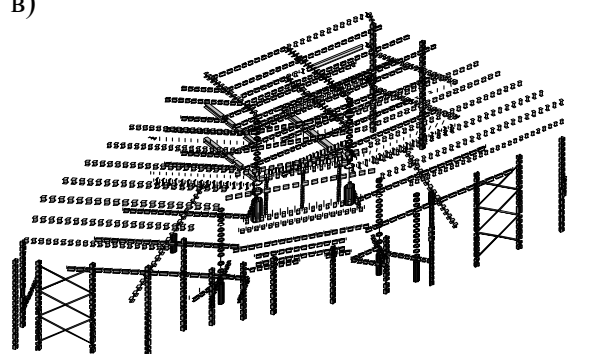
а)



б)



в)



г)

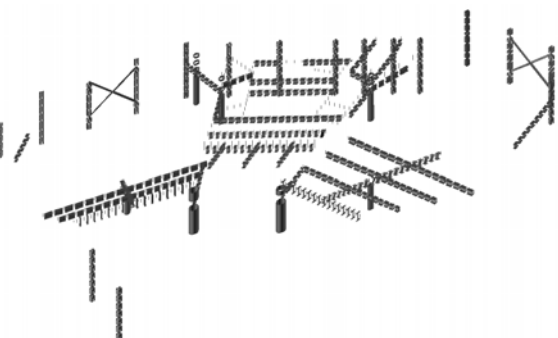


Рис. 2. Построение компьютерной модели: а – общий вид пристройки со стороны дворового фасада; б – несущий остов первого этажа с несущими и ограждающими конструкциями; в – несущий остов здания из металлических конструкций; г – несущий остов первого этажа из металлических конструкций

После построения компьютерной модели выполнено её нагружение полезными и временными нагрузками (снеговой и ветровой). При невыгодных сочетаниях нагрузок проверена прочность и деформативность наиболее нагруженных металлических элементов несущего остова здания, также выполнена проверка пространственной устойчивости здания.

Результаты расчета покрытия по деформациям при загрузке снеговой нагрузкой приведены на рис. 3.

Пространственной устойчивостью здания зрительного комплекса, пристроенного к кинотеатру, считаем его способность противодействовать усилиям, стремящимся вывести здание из исходного состояния статического равновесия.

Основные усилия, стремящиеся вывести рассматриваемую пристройку зрительного комплекса из статического равновесия, – ветровые нагрузки, действующие со стороны дворового фасада (см. рис. 1).

Основными усилиями, стремящимися вывести рассматриваемую пристройку зрительного комплекса из статического равновесия, – ветровые нагрузки, действующие со стороны дворового фасада (см. рис. 1).

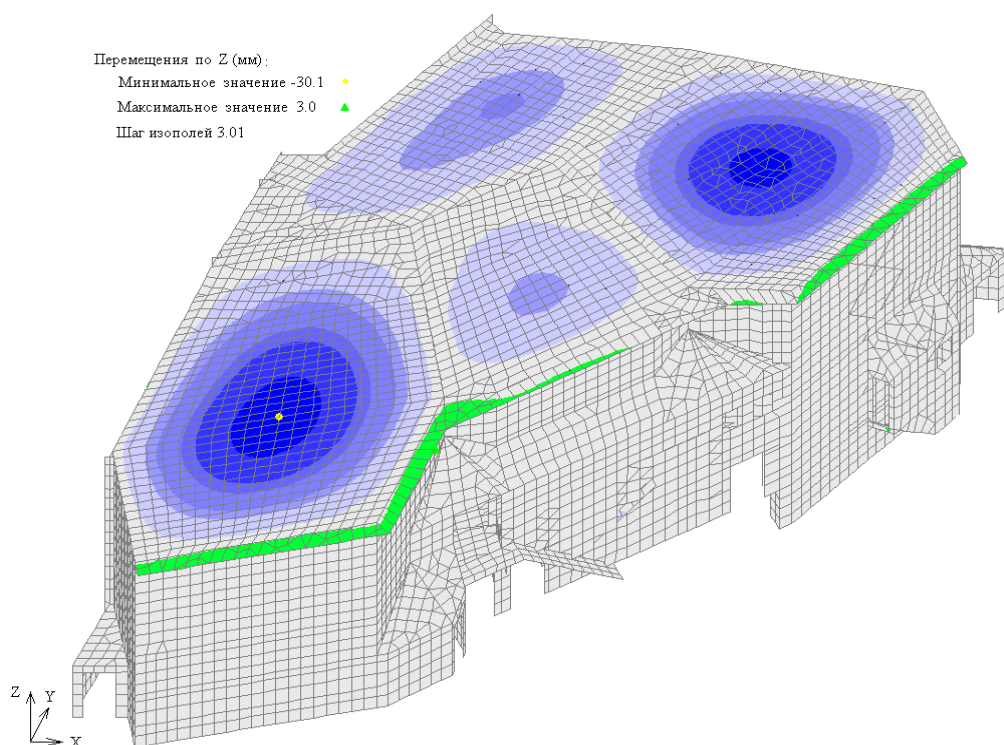


Рис. 3. Величины деформаций конструкции здания

При действии ветра равнодействующая сил в нашем случае находится в пределах подошвы фундамента здания

(рис. 4). Следовательно, пространственная устойчивость здания обеспечена.

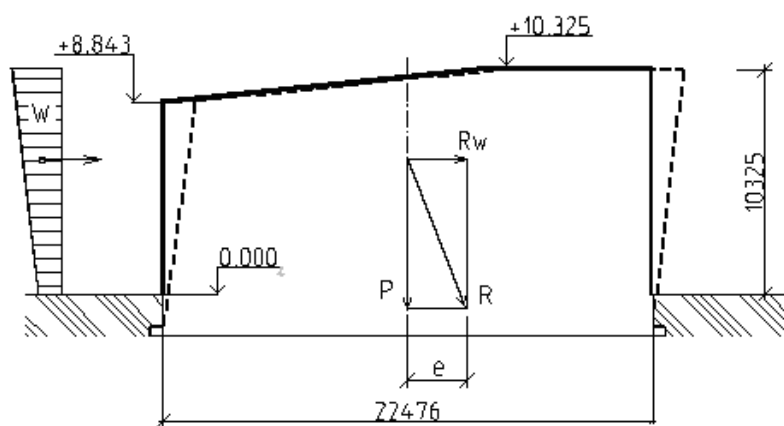


Рис. 4. Схема устойчивой работы здания на ветровую нагрузку (штриховой линией показан крен здания):  $W$ ,  $R_w$  – давление ветра;  $P$  – суммарная вертикальная нагрузка;  $R$  – равнодействующая;  $e$  – эксцентриситет

Такой же вывод по пространственной устойчивости подтверждается расчётом крена здания относительно общей системы координат в плоскостях  $XoZ$  ( $X$ ) и  $YoZ$  ( $Y$ ). В нашем случае крен здания относительно осей  $X$  и  $Y$  составляет в градусах соответственно  $0,03^\circ$  и  $-0,02^\circ$ , что значительно меньше предельно допустимых значений.

Проведённый расчёт общей устойчивости здания по программе «SCAD вер. 7.31» подтвердил достаточную пространственную жёсткость остова здания, обеспечиваемую совместной работой каркаса и кирпичных стен, образующих замкнутый контур в плане ломаной формы.

Проверка основных конструктивных элементов здания на прочность и деформативность по программе «SCAD вер. 7.31» выявила их достаточную прочность и жёсткость, в том числе при дополнительной нагрузке, создаваемой снеговым мешком по линии примыкания к соседнему строящемуся зданию торгового центра.

В то же время расчёт выявил необходимость увеличения жёсткости опорных узлов металлических прогонов перекрытия первого этажа на пересечении их с трубчатыми стойками в осях 7Д и 7И (см. рис. 1) за счёт постановки дополнительных рёбер жёсткости из полосовой стали для восприятия нагрузки от ригеля (10,4 тс).

Слабое звено в системе элементов жёсткости каркаса – крестообразные металлические связи по осям 1 и 3 (см. рис. 1), которые из условия обеспечения необходимой гибкости следует выполнить из спаренных уголков.

В целом приведённые расчёты устойчивости и прочности конструкций в указанной конструктивной схеме подтвердили их эксплуатационную надёжность для зданий второй степени ответственности, к которым относится пристройка к кинотеатру «КИНОМАКС – БУРЕВЕСТИК» в г. Владимире по проспекту Ленина, д. 29.

УДК 624.04:004

В.П. Валуйских, В.Г. Заикин

## **МЕТОДОЛОГИЯ И ПРАКТИКА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВК «ЛИРА» ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ**

*Рассматриваются проблемы использования вычислительного комплекса (ВК) «Ли́ра» при расчёте и проектировании строительных конструкций (СК). Отмечается, что вследствие возможных ошибок необходим контроль расчётов и глубокий инженерный анализ результатов проектирования. Успешное использование ВК возможно лишь при разработке и применении технологических инструкций (ТИ). Вычислительный комплекс в настоящее время становится объектом анализа и исследования.*

Компьютерные технологии широко используются в расчетах СК (РСК). Известны такие ВК, как «ЛИРА WINDOWS», «STARK ES» и другие реализующие самые сложные РСК [1]. Тем не менее можно констатировать, что интерес к применению ВК в массовых РСК в по-

следние годы заметно угас. Например, в г. Владимире и области из 70 проектных фирм лицензионные ВК имеют на вооружении лишь единицы. Сформировалось негативное отношение к результатам расчетов ВК как со стороны проектировщиков, так и экспертов.

Выделим основные причины.

1. Нежелание руководства проектных фирм платить за ВК и их поддержку при отсутствии зримой сиюминутной отдачи.

2. Результаты РСК с помощью ВК представляются не всегда удовлетворительными по опыту и рассуждениям пользователя-конструктора.

3. Отсутствуют рыночные механизмы получения выгоды от экономии строительных материалов, достигнутой в проектах за счет применения современных РСК и оптимального проектирования конструкций.

4. У проектных фирм отсутствует уверенность в перспективе внедрения в проектный процесс автоматизированных систем проектирования (САПР).

Результаты работы любого ВК не могут удовлетворить пользователя на 100 %.

На неизбежность ошибок в ВК указывается в [4]. По материалам [5-6] на «искушенном» Западе также задумываются о методах контроля ВК.

При этом утверждается, что молодые инженеры, излишне увлекаясь ВК, недостаточно внимания уделяют анализу реальной работы СК и сопоставлению результатов ВК с данными имеющихся справочных таблиц, графиков и «ручными» наработками. Это абсолютно справедливо! Молодые кадры **надо учить постижению физического смысла** работы конструкций и узлов, а не **слепому следованию компьютерным результатам**.

Кроме того, наш опыт работы с ВК [2, 3] позволил прийти к следующим выводам:

- необходима специализация расчётчиков для осознанного выполнения сложных РСК. Безликая формула «*программа так посчитала*» должна быть исключена из лексикона проектировщиков;
- на основе накопленных знаний о ВК и опыта эксплуатации ВК надо постоянно «*держат в узде*». Предпочтительно использовать постоянный набор ВК;

- для превращения ВК в эффективный инструмент РСК необходима **разработка ТИ** по эксплуатации, как документов внутренней типизации системы менеджмента качества (СМК) проектной фирмы.

ВК «ЛИРА WINDOWS», являясь одним из технологичных и продвинутых комплексов в СНГ, вовсе не лишён недостатков. Часть из них показана в [7]. Дело не только в ошибках ВК. Как указывается в [6], например железобетон, являясь упругопластическим материалом, может преподносить много сюрпризов...

Для успешной работы с ВК необходима целенаправленная работа пользователя. Принятые расчетные схемы, особенности задания исходных данных и результатов конкретных расчетов могут находить отражение в текущих материалах СМК.

Технологические инструкции могут и должны стать инструментом обратной связи проектных фирм с авторами ВК и СНиП.

Можно сформулировать **необходимые условия** успешного развития САПР:

- безукоризненная отладка методик СНиП в ВК, которая позволила бы перейти к прямому указанию в СНиП рекомендуемых к применению ВК;
- развитие теории расчетов на упругом основании, теории узлов СК должно сопровождаться разработкой рекомендаций СНиП для использования в САПР;
- модификация результатов работы ВК от сложного напряженно-деформированного состояния (НДС) к простому или иные действия пользователя САПР должны быть подкреплены рекомендациями СНиП;
- создание обратной связи проектировщиков с разработчиками ВК и СНиП;
- технологии, применяемые для расчетов в САПР, должны быть отражены в ТИ и зафиксированы в СМК фирмы.

Теория и практика развития и применения метода конечных элементов (МКЭ) как основы РСК и систем проектирования металлических (подсистема «ЛирСТК») и железобетонных (подсистема «ЛирАРМ») СК претерпели значительное изменение.

В 1960 – 70-е гг. шла разработка теории МКЭ и программ расчёта СК; в 1970 – 90-е гг. – программ проектирования СК, корректировались положения СНиП для удобного использования в ВК.

В последнее десятилетие «разочарования» ВК (вследствие выявляемых ошибок) сменяются пониманием того, что «идеальных» ВК быть не может.

ВК – это постоянно развивающиеся, уточняемые, модернизируемые комплексы, которые сами должны быть объектами контроля и исследований.

Покажем сущность возникающих проблем при использовании ВК «Лиры».

Для демонстрации неадекватных результатов расчета НДС по ВК «ЛирСТК» рассмотрим колонну, нагруженную осевой силой и парой поперечных сил, при которых усилия в заделке следующие:  $N = -200$  т;  $M = 90$  тм;  $Q = 180$  т.

Сечение колонны – сварной двутавр из листов  $630 \times 10$  мм (стенка) и  $450 \times 20$  мм (полки). Материал – сталь ВстЗпсб по ГОСТ 380-71\*.

В режиме расчета (РР) «Колонна» ВК «ЛирСТК» **относительные** напряжения прочности ( $\sigma_{пр}$ ) и устойчивости не превышают 98,1 %. В графе же «Сводные напряжения» указан уровень напряжений 219 %.

Очевидно, что это либо касательные напряжения  $\tau$ , либо приведенные напряжения ( $\sigma_{экв}$ ) сложного НДС. Можно предположить, что эти напряжения определяются по [8] для изгибаемых элементов, как в РР «Балка»:  $\tau = 219$  %;  $\sigma_{экв} = 171$  %;  $\sigma_{пр} = 62$  %.

Вероятно,  $\sigma_{экв}$  в РР «Колонна» равны  $\tau$  по пункту 31 [8] для изгибаемых

элементов, а  $\sigma_{пр}$  в РР «Балка» определяются без учета  $N$  ( $62,3$  % <  $98,1$  %).

Реальные расчёты показывают в РР:

- «Колонна» –  $\sigma_{пр} = 78,5$  %,  $\sigma_{экв} = 182$  %;
- «Балка» –  $\sigma_{пр} = 78$  %;  $\tau = 91$  %;  $\sigma_{экв} = 91$  %.

Приведенные напряжения  $\sigma_{экв}$  практически вдвое превышают  $\tau$ ,  $\sigma_{пр}$  для колонны и балки практически не отличаются. Следовательно, результаты расчёта в графе «1ПС» неоднозначны и  $\sigma_{пр}$  в РР «Балка» определяются без учета  $N$ .

Для демонстрации неадекватных результатов расчета НДС по ВК «ЛирАРМ» рассмотрим шарнирно-опертую балку сечением  $50 \times 100$  см, с пролетом  $L=6$  м, с нагруженной силой  $P=150$  т в середине пролета.

Рабочая высота сечения  $h_0=92$  см. По [9]  $C_{max} = 3$  м. По [10]  $C_{max} = 2,76$  м. Бетон класса В15. Поперечная арматура (ПА) класса А1.

По результатам расчета ВК «ЛирАРМ» площадь требуемой поперечной арматуры при шаге 300 мм равна  $A_{sw} = 4,73$  см<sup>2</sup>.

Из «ручного» расчета получаем:

- по [9]  $A_{sw} = 7,34$  см<sup>2</sup> (больше в 1,65 раза);
- по [10]  $A_{sw} = 6,93$  см<sup>2</sup> (больше в 1,46 раза).

Напротив, для коротких наклонных сечений расчёты по ВК «ЛирАРМ» излишне завышают площадь ПА.

Очевидно, современные технологии расчётов и проектирования строительных конструкций требуют повышения уровня целевой квалификационной теоретической и практической подготовки и переподготовки специалистов в вузах.

### Библиографический список

1. Городецкий, А.С. Повышение качества расчётов строительных конструкций на основе совместного использования

ПК «STARK ES» и «ЛИРА» / А.С. Городецкий [и др.] // Информ. вестн. Мособлэкспертизы. – 2005. – № 1(8). – С. 42-49.

2. Заикин, В.Г. Технологические инструкции как основа сертификации программ / В.Г. Заикин // Бюл. строит. техники. – 2000. – № 5. – С. 55.

3. Он же. О неоднозначной оценке расчетов строительных конструкций / В.Г. Заикин // Строительный вестник. – 2006. – № 16/17. – С. 4 – 6.

4. Стебаков, Е.И. Об ответственности проектировщика при проведении РСК / Е.И. Стебаков // Бетон и железобетон. – 2003. – № 2. – С. 9 – 12.

5. MacLeod, D. Designing Computers : Angels vs. Users / D. MacLeod // Canadian Architekt. – 1987. – № 6. – Р. 47.

6. Использование компьютеров в проектировании ЖБК (Великобритания) //

ЭКСПРЕСС ИНФОРМ (Казахстан). – 2004. – № 3. – С. 24 – 26.

7. Краковский, М.Б. Связь программы «ОМ СНиП ЖЕЛЕЗОБЕТОН» с ПК «SCAD» и «ЛИРА» / М.Б. Краковский // Бетон и железобетон. – 2007. – № 1. – С. 8 – 12.

8. СНиП II-23-81\*. Стальные конструкции. Нормы проектирования. – М. : Стройиздат, 1983.

9. СНиП 2.03.01-84\*. Бетонные и железобетонные конструкции. – М. : Стройиздат, 1986.

10. Пособие по проектированию бетонных и железобетонных конструкций из тяжёлого бетона без предварительного напряжения арматуры (к СП 52-101-2003). – М. : Стройиздат, 2006. – С. 39 – 43.

УДК 539.3

М.Г. Танкеева

## АНАЛИЗ ДЕФОРМАЦИЙ В КОМПОНЕНТАХ ОДНОНАПРАВЛЕННО АРМИРОВАННЫХ КОМПОЗИТОВ

Для исследования прочности элементов структуры композитов необходимо вводить условия разрушения каждого компонента и рассматривать в связи с этим напряжения и деформации в компонентах.

Средние деформации и корреляционные моменты в  $k$ -том компоненте хаотически армированного композита определяются соотношениями [1]:

$$\langle \varepsilon_{ij} \rangle^k = \varepsilon_{ij} + P_k^{-1} \langle \vartheta_k^\alpha \varepsilon_{ij}^\alpha \rangle, \quad (1)$$

где  $P_k = \langle \vartheta_k \rangle$ ;

$$\begin{aligned} \langle \varepsilon_{ij}^{\alpha(k)} \varepsilon_{mn}^{\alpha(k)} \rangle &= \langle \varepsilon_{ij}^\alpha \varepsilon_{mn}^\alpha \rangle + \varepsilon_{ij} \varepsilon_{mn} - \\ &- \langle \varepsilon_{ij} \rangle^k \langle \varepsilon_{mn} \rangle^k + P_k^{-1} \langle \vartheta_k^\alpha \varepsilon_{ij}^\alpha \varepsilon_{mn}^\alpha \rangle + \\ &+ \varepsilon_{ij} \langle \vartheta_k^\alpha \varepsilon_{mn}^\alpha \rangle + \varepsilon_{mn} \langle \vartheta_k^\alpha \varepsilon_{ij}^\alpha \rangle. \end{aligned} \quad (2)$$

Ниже приведены результаты, полученные по методике, изложенной в [2].

Согласно (1) для вычисления составляющих тензора средних деформаций

в компонентах однонаправленно армированного композита необходимо найти моменты вида  $\langle \vartheta_k^\alpha \varepsilon_{mn}^\alpha \rangle$ ,  $\langle \vartheta_k^\alpha \varepsilon_{2n}^\alpha \rangle$ , которые в корреляционном приближении определяются соотношениями

$$\langle \vartheta_1^\alpha \varepsilon_{mn}^\alpha \rangle = -\langle \vartheta_2^\alpha \varepsilon_{mn}^\alpha \rangle = \pi D_\vartheta^{(2)} \{ [\lambda(M + N) \varepsilon_{\alpha\alpha} + N \beta \varepsilon_{\gamma\gamma}] \delta_{mn} + 2M \beta \varepsilon_{mn} \};$$

$$\langle \vartheta_1^\alpha \varepsilon_{2n}^\alpha \rangle = -\langle \vartheta_2^\alpha \varepsilon_{2n}^\alpha \rangle = \pi D_\vartheta^{(2)} Q \beta \varepsilon_{2n},$$

где  $m, n, \gamma = 1, 2$ ;  $\alpha = \overline{1, 3}$ .

Аналогично получены формулы для вычисления корреляционного момента деформаций в компонентах однонаправленно армированного композита.

В табл. 1, 2 приведены результаты расчета средних значений деформаций и корреляционных моментов в компонентах, а также осредненных корреляционных моментов однонаправленно армиро-

ванного стеклопластика со следующими свойствами:

$$E^{(1)} = 70 \text{ ГПа}; E^{(2)} = 6 \text{ ГПа}; \nu^{(1)} = 0,2; \nu^{(2)} = 0,25; P = 0,56.$$

При этом тензор макроскопических деформаций  $e_{ij}^0 = \langle \varepsilon_{ij} \rangle$  предполагается известным.

Таблица 1

Моменты деформаций	Осредненные моменты	Первый компонент	Второй компонент
$\langle \varepsilon_{11} \rangle \cdot 10^4$	0,000	-0,803	1,021
$\langle \varepsilon_{22} \rangle \cdot 10^4$	0,000	-0,803	1,021
$\langle \varepsilon_{33} \rangle \cdot 10^4$	10,000	10,000	10,000
$\langle \varepsilon_{11}^0 \varepsilon_{11}^0 \rangle \cdot 10^8$	3,045	2,038	2,464
$\langle \varepsilon_{11}^0 \varepsilon_{22}^0 \rangle \cdot 10^8$	0,015	-0,830	-0,774
$\langle \varepsilon_{12}^0 \varepsilon_{12}^0 \rangle \cdot 10^8$	1,515	1,434	1,619
$\langle \varepsilon_{22}^0 \varepsilon_{22}^0 \rangle \cdot 10^8$	3,045	2,038	2,464

Таблица 2

Моменты деформаций	Осредненные моменты	Первый компонент	Второй компонент
$\langle \varepsilon_{11} \rangle \cdot 10^4$	10,000	5,353	15,914
$\langle \varepsilon_{22} \rangle \cdot 10^4$	-10,000	-5,353	-15,914
$\langle \varepsilon_{11}^0 \varepsilon_{11}^0 \rangle \cdot 10^8$	57,580	26,210	35,050
$\langle \varepsilon_{11}^0 \varepsilon_{22}^0 \rangle \cdot 10^8$	-44,997	-14,301	-21,610
$\langle \varepsilon_{22}^0 \varepsilon_{22}^0 \rangle \cdot 10^8$	57,580	26,210	35,050

Отметим, что в табл. 1, 2 приведены не равные нулю значения только верхних правых частей симметричных матриц.

Анализ результатов, приведенных в табл. 1, 2, показывает, что даже при одноосном макроскопическом деформированном состоянии (деформирование вдоль оси волокон) компоненты стеклопластика находятся в сложном деформированном состоянии, при этом четыре симметричные составляющие корреляционных матриц в компонентах стеклопластика не равны нулю.

### Библиографический список

1. Волков, С.Д. Статистическая механика композитных материалов / С.Д. Волков, В.П. Ставров. – Минск : Изд-во Белорус. гос. ун-та им. В.И. Ленина, 1978. – 206 с.
2. Танкеева, М.Г. Структурно-феноменологический подход к исследованию напряжений в однонаправленно армированных композитах с изотропными компонентами / М.Г. Танкеева // Строительная наука 2010 : материалы междунар. науч.-техн. конф. Владим. гос. ун-та. – Владимир : Изд-во Владим. гос. ун-та, 2010. – С. 366 – 369.

## СОЗДАНИЕ КОНСТРУКТИВНОГО РЯДА ВОДОПРОПУСКНЫХ СООРУЖЕНИЙ ДЛЯ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ

*Обсуждается проблема создания и оптимального проектирования конструктивного ряда водопропускных труб (ВПТ) под автомобильными дорогами (АД). Рассматриваются результаты выборочного обследования полукольцевых ВПТ производства Ковровского ДРСУ-3, сооружённых в 1995 – 2000 гг. на дорогах Владимирской области.*

Большинство ВПТ под автодорожной насыпью [1] имеют кольцевое очертание (ВПТ-К, рис. 1), наиболее технологичное в изготовлении, но весьма затрудняющее при монтаже ВПТ-К уплотнение грунта ниже оси трубы. В результате неравномерных осадок насыпи и дорожного полотна АД возникает необходимость его локального ремонта.

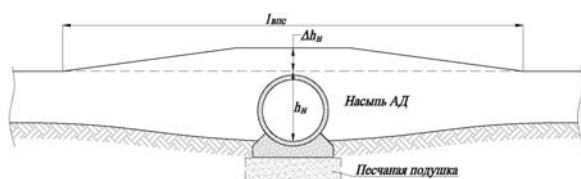


Рис. 1. Кольцевая ВПТ под АД

Разработанные нами ранее [2] ВПТ полукольцевого очертания (ВПТ-ПК: верхний элемент - полуцилиндрический контур; нижний элемент - плоская плита; рис. 2) лишены ряда недостатков ВПТ-К, однако обладают большей материалоемкостью.

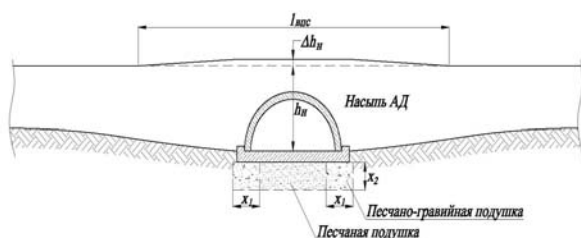


Рис. 2. Полукольцевая ВПТ под АД

Производство ВПТ-ПК было организовано на базе Ковровского ДРСУ-3, и

с 1995 г. на дорогах Владимирской области установлены десятки таких труб (рис. 3).



а) б)

Рис. 3. ВПТ-ПК: а – вид портала и первого звена; б – вид трубы в просвете

Промежуточным (по технико-экономическим показателям (ТЭП) и эксплуатационным характеристикам) вариантом проектного решения между ВПТ-К и ВПТ-ПК может быть полуэллиптическая труба (ВПТ-ПЭ: верхний элемент - полуэллиптическая оболочка; нижний элемент - плоская плита; рис. 4) [3].

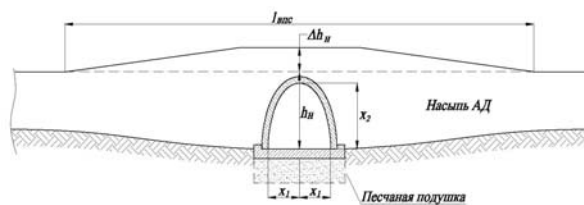


Рис. 4. Полуэллиптическая ВПТ под АД

При  $h_{нас} \gg h_0 + h_{ВПТ}$  ( $h_{нас}$  - проектная высота насыпи;  $h_0$  - минимальная нормативная высота насыпи над ВПТ;  $h_{ВПТ}$  - габаритная высота ВПТ) изменений



в продольном профиле АД выполнять нет необходимости.

При  $h_{\text{нас}} \approx h_0 + h_{\text{ВПТ}}$  (характерно для областей, в частности Владимирской, с равнинным рельефом местности, когда насыпи проектируются минимально возможной высотой) выбор типа ВПТ ограничен и приходится учитывать наличие областей рационального использования ВПТ.

В указанных условиях стоимость устройства ВПТ может быть определена следующим образом:

$$C = \Delta C_{\text{нас}} + C_{\text{ВПТ}} + \Delta C_{\text{ВПТ}} \rightarrow \min, \quad (1)$$

где  $\Delta C_{\text{нас}}$  - стоимость дополнительных работ, выполняемых при необходимости подъёма красных отметок продольного профиля над ВПТ;  $C_{\text{ВПТ}}$  - стоимость устройства ВПТ при  $\Delta h_{\text{нас}}=0$  (при этом имеем  $\Delta C_{\text{нас}}=\Delta C_{\text{ВПТ}}=0$ );  $\Delta C_{\text{ВПТ}}$  - дополнительная стоимость устройства ВПТ при  $\Delta h_{\text{нас}}>0$  за счёт увеличения длины ВПТ в теле насыпи.

Приведенные данные позволяют сделать вывод, что существующая практика применения только кольцевых ВПТ сужает возможности проектировщика и неизбежно ведёт к увеличению затрат на строительство и эксплуатацию АД.

С целью оценки состояния ВПТ-ПК и АД над ними нами выполнено их выборочное обследование.

В основном состояние АД над ВПТ и ВПТ-ПК удовлетворительное, в отдельных случаях выявлены некоторые дефекты. Рассмотрим их и представим наши соображения о причинах их возникновения.

Осадки насыпи и разрывы дорожного полотна выявлены над ВПТ-ПК АД «Владимир – Юрьев-Польский», 31-й км, длина трубы 18 м, высота насыпи над шельгой 0,75 м, получившей значительные осевые и вертикальные деформации (рис. 5 – 7).

Основная причина осадок насыпи и разрывов дорожного полотна – это, по

нашему мнению, указанные выше деформации ВПТ-ПК, которые возникли вследствие некачественной подготовки основания – песчаной подушки под опорной плитой ВПТ-ПК.

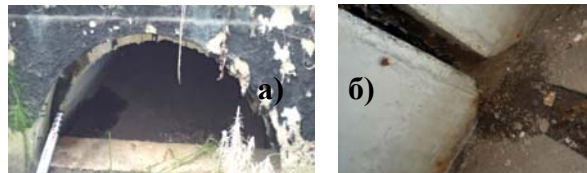


Рис. 5. ВПТ-ПК: а – осадка полукольца относительно портала; б – раздвижка элементов трубы вдоль её оси



Рис. 6. Раздвижка полуколец ВПТ у шельги



Рис. 7. Осадка полуколец трубы у шельги

Раздвижка (см. рис. 6) и осадка (см. рис. 7) полуколец трубы нарушили наружную гидроизоляцию ВПТ и позволили грунтам насыпи проникать внутрь трубы, что привело к осадкам насыпи и дорожного полотна.

Определяющую роль в состоянии ВПТ-ПК, по нашему мнению, играет подготовка основания ВПТ. Недостаточные «мощность» и уплотнение песчаной подушки, неадекватный учёт характеристик коренного грунта – основные причины происходящих негативных процессов.

Указанными выше причинами, а также морозным пучением основания опре-

деляется разрушение опорных плит (рис. 8). Основание ВПТ практически всегда обводнено, и, следовательно, морозного пучения (по нашему мнению – основная причина разрушения) допускать нельзя.



Рис. 8. Образование трещин (разломов) в опорной плите ВПТ-ПК

На основании выполненного обследования можно сделать следующие выводы и дать рекомендации: при изысканиях необходимо выполнять тщательные инженерно-геологические исследова-

ния коренных грунтов (КГ) основания; при проектировании следует проводить учёт физико-механических характеристик КГ; при сооружении ВПТ нужно соблюдать технологический регламент подготовки основания.

#### Библиографический список

1. СНиП 2.05.03-84. Мосты и трубы.
2. Валуйских, В.П. Арочные водопропускные сооружения в земляном полотне автомобильных дорог / В.П. Валуйских, В.И. Аникин, П.А. Кураго // Актуальные проблемы транспорта. – Вып. 2. – Саратов : СГТУ, 1999. – С. 140 – 141.
3. Валуйских, В.П. Поиск рациональных геометрических параметров контура водопропускных труб / В.П. Валуйских, Ф.Н. Захаров // Материалы междунар. науч.-техн. конф. «Строительная наука 2010». – Владимир : Изд-во Владимир. гос. ун-та, 2010. – С. 253 – 256.

УДК 624.012.3

К.А. Дубов, А.Н. Кудрявцев

### ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫЕ СВАИ КРЕСТООБРАЗНОГО СЕЧЕНИЯ С ДИАГОНАЛЬНЫМ АРМИРОВАНИЕМ В ГРУНТОВЫХ УСЛОВИЯХ Г. ВЛАДИМИРА

*Рассматриваются особенности расчета и конструирования свай крестообразного сечения. Приведены результаты практических разработок.*

Снижение затрат материальных, топливно-энергетических и трудовых ресурсов позволяет рассмотреть возможность использования железобетонных свай с диагональным армированием, в результате которого возможно устраивать от одного до четырёх пазов по боковым поверхностям конструкции, что сокращает расход бетона на 12–37 % [1].

Одни из наиболее массовых и материалоёмких конструкций, используемых в строительстве, – забивные железобетонные сваи. Такие сваи, как правило, имеют несущую способность по грунту в 3–5 раз меньшую, чем несущая способность по материалу. Использование свай с диагональным армированием крестообразного сечения позволяет сократить расход бетона и арматуры до 40 % при некотором увеличении их несущей способности за счёт увеличения периметра боковой поверхности при устройстве пазов. Продольные пазы могут иметь треугольное, полукруглое или другое очертание. Дальнейшее повышение

бетонные сваи. Такие сваи, как правило, имеют несущую способность по грунту в 3–5 раз меньшую, чем несущая способность по материалу. Использование свай с диагональным армированием крестообразного сечения позволяет сократить расход бетона и арматуры до 40 % при некотором увеличении их несущей способности за счёт увеличения периметра боковой поверхности при устройстве пазов. Продольные пазы могут иметь треугольное, полукруглое или другое очертание. Дальнейшее повышение

несущей способности свай в грунте может быть осуществлено за счёт пазов переменного по длине сечения. Такие пазы предотвращают образование зазоров между свайей и грунтом и, кроме того, создают дополнительные вертикальные усилия за счёт поперечного обжатия грунта.

Результаты расчёта свай крестообразного и сплошного сечений длиной  $l_1 = 4$  м и  $l_2 = 6$  м приведены в табл. 1 и номограмме (рис. 1). Предполагается, что свая находится в грунте, и при разработке номограммы продольный изгиб её не учитывается. Если точка с координатами  $M$  и  $N$  лежит ниже кривой, соответствующей принятому армированию

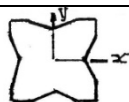
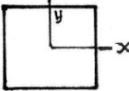
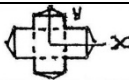

свай, то выбранная свая удовлетворяет расчёту по прочности и раскрытию трещин на эксплуатационные нагрузки  $M$  и  $N$ , если точка лежит выше – не удовлетворяет [2, 3].

При определении несущей способности крестообразных свай по грунту и материалу было исследовано влияние глубин паза. Рассмотрены сваи сечением  $30 \times 30$  см с глубиной паза 60 и 70 мм и сваи сечением  $35 \times 35$  см с глубиной паза 90 и 105 мм. Результаты расчёта приведены на рис. 2.

Исследования показали, что при нагрузках на сваи оптимальная глубина паза 75 мм.

Таблица 1

Результаты расчёта свай сплошного и крестообразного сечений

№ п/п	Вид расчёта	Схема сечения	Момент инерции сечения, см <sup>4</sup>	Расчётная длина свай, м		Несущая способность свай, т	
				при низком ростверке	при высоком ростверке	при низком ростверке	при высоком ростверке
1	Расчёт сваи в проектном положении при низком и высоком ростверке со случайным эксцентриситетом		49362	2,4	4,37	79,7	67,9
			67500	2,75	4,7	80,4	68,8
2	Расчёт сваи при низком и высоком ростверке		51801	2,98	4,92	73,7	59,9
			201724	3,49	5,44	77,3	61,7

Несущая способность крестообразных свай определялась также по результатам полевых испытаний статическими и динамическими нагрузками. Было погружено три пробных сваи:

- свая № 1 – от проектной отметки дна котлована на 7,5 м в глубину, нижний конец находился в рыхлом песке;
- свая № 2 – длина 12 м, на глубину 10 м с погружением нижнего конца в суглинки;

- свая № 3 – длина 6 м, на глубину 5,5 м с погружением в пески средней плотности.

Испытания свай показали, что динамический метод при погружении их в водонасыщенные рыхлые пески следует считать непригодным. Необходимо ориентироваться на результаты статического зондирования грунтов и испытания свай статической нагрузкой. Длины свай должны быть оптимизированы из условий

погружения их нижних концов в пески. Мощность песка под нижним концом должна быть не менее 1,5–2 м. Увеличение длины свай в рыхлых песках неэф-

фективно. При испытании свай статической нагрузкой параллельно следует проводить их добивку с записью остаточной и упругой частей отказов.

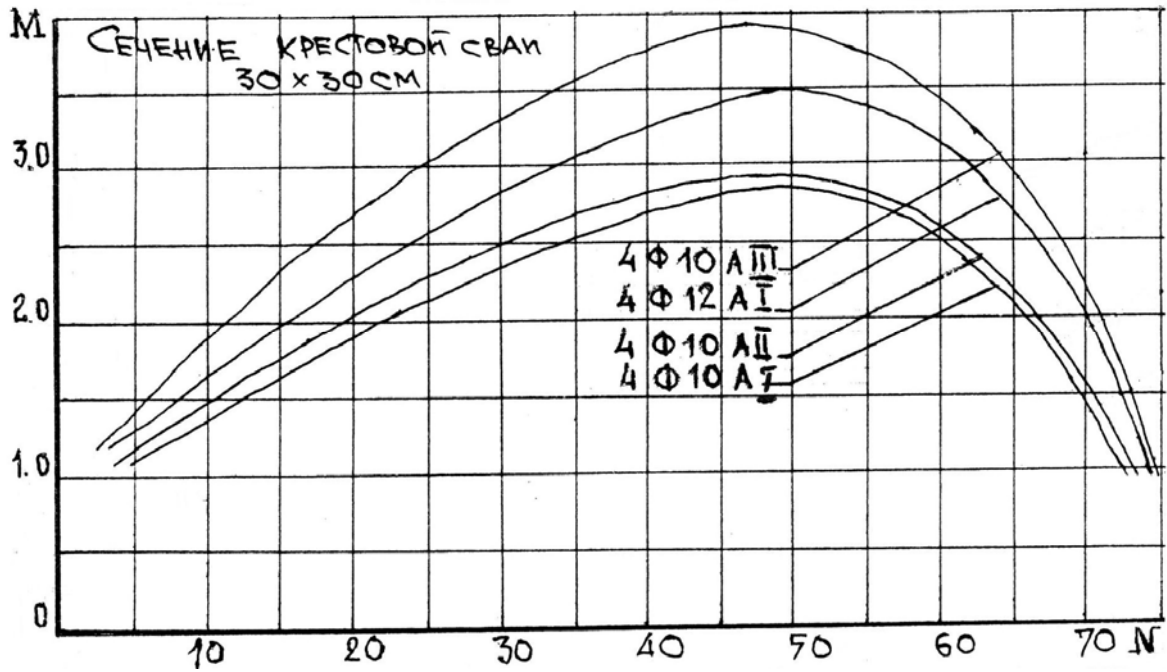


Рис. 1. Номограмма для подбора сваи крестового сечения (правая ветвь – расчёт по трещиностойкости, левая – по прочности)

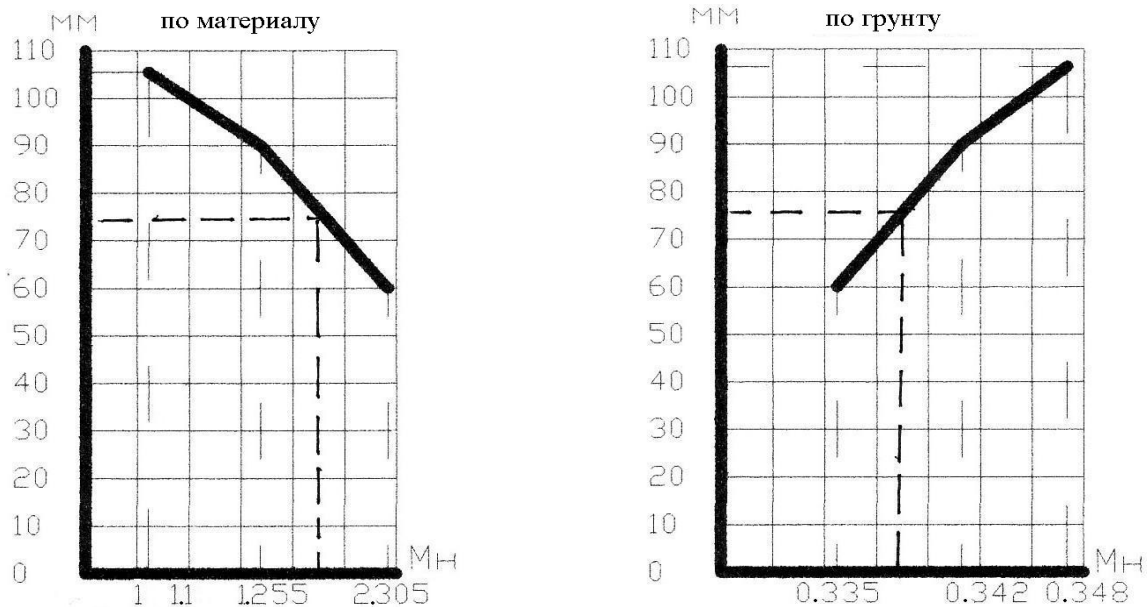


Рис. 2. Графики зависимости несущей способности крестообразной сваи от размера пазов

Проведённые исследования показали эффективность применения крестообразных свай как по расходу бетона и арматуры, так и по несущей способности по сравнению со сваями сплошного сечения одинаковых геометрических размеров.

#### **Библиографический список**

1. Болдышев, А. М. Железобетонные сваи с диагональным армированием : ме-

тод. указания / А.М. Болдышев, А.И. Мальганов. – Томск, 1982.

2. СНиП 2.02.03-85. Свайные фундаменты сооружений. – М. : Стройиздат, 1986.

3. Байков, В. Н. Железобетонные конструкции / В.Н. Байков, Э.Е. Сигалов. – М. : Стройиздат, 1985.

## Секция 5

# АРХИТЕКТУРА И ГРАДОСТРОИТЕЛЬСТВО

УДК 72.01

Л.Н. Басманова

### ДИНАМИКА ВОСПРИЯТИЯ АРХИТЕКТУРНОГО ПРОСТРАНСТВА

*Предлагается вариант методологического обоснования использования для описания архитектурных форм в стадии становления и развития термина «динамика», характеризующего восприятие архитектурного пространства.*

На современном этапе теории архитектуры движение становится неотъемлемой частью пространства. «Движение не просто связывает человека с предметом и пространством, но и придает этой связи эмоциональный смысл» [1, С. 19]. Если движение несет в себе эмоциональный смысл, то открывается возможность связать его с архитектурной формой, потому что «...последняя воспринимается и переживается в движении, не только в движении глаз, но и движении тела, ходьбе, поворотах головы, движении в транспорте и пр.» [1, С. 19].

Вообще восприятие с неподвижных точек можно считать самостоятельно существующим лишь условно. «В действительности мы воспринимаем окружающую среду как слитный поток зрительных впечатлений, изменяющихся во времени и пространстве» [2, С. 177]. «Произведение архитектуры невозможно воспринять с репродукции – его нужно обойти» [3, С. 315].

Все виды архитектурной композиции (фронтальная, объемная, глубинно-пространственная) в той или иной степени рассчитаны на определенный сценарий движения зрителя. В частности, осмотр памятников зодчества как внутри, так и снаружи требует определенных затрат времени и передвижения в пространстве, особенно это касается крупных архитектурных комплексов, ландшафтных парков, городских территорий. Восприятие архитектурного объекта человеком происходит в динамике, когда осуществляется движение и в пространстве, и во времени.

«Архитектурное пространство – четырехмерная форма. Продолжительность движения – один из начальных импульсов ее восприятия (пространство так называемого «мускульного чувства»). Кинестетические ощущения, одновременно со зрительными, играют большую роль в восприятии архитектурного комплекса. Простран-

ственные впечатления, как известно, способны совмещаться. Появилось понятие «сжатого» пространства, связанное с восприятием быстро перемещающегося в нем человека» [5, С. 114-115].

А.В. Иконников также указывает на то, что структура города, ее восприятие складывается во времени и связано с передвижением [4, С. 87]. Даже скорость движения определяет масштабность пространственных композиций в градостроительстве и архитектуре. От вида перемещения человека в пространстве: пешеходного, транспортного, воздушного – зависит восприятие архитектуры.

Мы всегда перемещаемся во времени через последовательность пространств, будь то городская среда, общественный центр или жилой дом. Ритм и масштаб элементов архитектурной среды, планировка сооружения, постановка его на местности, сочетание с окружающей средой и природным окружением – все это приводит к определенным эмоциональным состояниям, не всегда запланированным. В сознании человека впечатление от архитектурного объекта или пространства формируется из отдельных зрительных образов, что зависит от множества факторов, в том числе и от движения человека. Объект будет восприниматься по-разному на основе его реальных качеств, разворачивающихся в той или иной последовательности.

Если в других видах искусств: музыке, танце, драматургии – создатели художественного произведения сами определяют протяженность во времени и последовательность зрительных впечатлений, то в архитектуре это в большей степени условно. Да, можно использовать принципы сценарного моделирования, подсказанные технологией театрального искусства, рассчитывая на

определенную траекторию движения зрителя и создание у него череды задуманных кадров, но все равно восприятие будет зависеть от множества факторов. Кроме достаточно устойчивых факторов, к которым относятся биологические особенности восприятия, такие как рост, уровень и углы зрения, скорость передвижения пешехода, следует учитывать и изменяющиеся: от социально-исторических условий до эмоциональных составляющих человека на данный момент. Динамичность композиционной структуры архитектурного пространства меняется во времени и без учета движения человека – в различное время года, суток, праздничное и ежедневное состояния и т. д.

Таким образом, движение и время – главные условия восприятия архитектурного пространства.

#### **Библиографический список**

1. Архитектура и эмоциональный мир человека / Г.Б. Забельшанский [и др.]. – М. : Стройиздат, 1985. – 208 с.
2. Беляева, Е. Движение и время в восприятии городской среды / Е. Беляева // Город и время : сб. ст. – М. : Стройиздат, 1973. – С. 136 – 159.
3. Гадамер, Г.-Г. Актуальность прекрасного / Г.-Г. Гадамер. – М. : Искусство, 1991. – 376 с.
4. Иконников, А. Эстетическое значение структуры города / А. Иконников // Город и время : сб. ст. – М. : Стройиздат, 1973. – С. 86 – 102.
5. Кириллова, Л. Организация архитектурного пространства / Л. Кириллова // Композиция в современной архитектуре : сб. ст. / под ред. Л.И. Кирилловой [и др.]. – М. : Стройиздат, 1973. – С. 114 – 120.

## **К ВОПРОСУ О ТЕРМИНОЛОГИЧЕСКОМ АППАРАТЕ ТЕОРЕТИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ В ОБЛАСТИ АРХИТЕКТУРЫ И КАТЕГОРИЯХ, ПРЕДСТАВЛЯЮЩИХ АРХИТЕКТУРНОЕ ПРОСТРАНСТВО В АСПЕКТЕ ЭСТЕТИКО-ФИЛОСОФСКОГО АНАЛИЗА**

*Предлагается вариант установления соотношений терминологических аппаратов смежных научных дисциплин, таких как теория архитектуры, философия архитектуры, эстетика, на базе определенных философией и эстетикой категорий.*

Любое исследование в области философии и теории архитектуры безусловно нуждается в развитом и хорошо определенном терминологическом аппарате, а также в системе базовых категорий, позволяющих осуществлять intersubъективное взаимодействие ученых, работающих в этом научном направлении.

Между тем категориальный аппарат теоретических и философских исследований в области архитектуры пока не устоялся, он динамически развивается, что сказывается на качестве формирования единой архитектурной теории, не исключая моменты плюрализма, но в целом стремящейся к четкому определению наиболее значимых категорий и понятий для очерчивания границ фундаментальных основ исследований. Кроме того, существенным представляется и взаимодействие смежных областей научного знания, чьим общим объектом являются феномены архитектуры и чьи предметные области и поля научных интересов частично пересекаются.

В этой связи актуален опыт изучения терминологического аппарата теоретических исследований в области архитектуры и категорий, представляющих архитектурное пространство в эстетико-философском аспекте, позволяющем применить полученные результаты в методологическом качестве по отношению к смежным отраслям научного знания и научным дисциплинам.

В то же время необходимо учитывать, что философско-теоретический ракурс анализа архитектурного пространства полагает архитектуру явлением эстетическим, т. е. таким, в котором посредством выразительных форм бытийствует существенное человеческое содержание (социальное, культурное и духовное). Следовательно, и терминологическое определение феноменов архитектуры должно находиться прежде всего во взаимосвязи с таким разделом философского знания, как эстетика.

Если определить в общих чертах содержание архитектурного пространства как человеческое, а генезис архитектурного пространства как процесс опредмечивания себя человеком во внешнем материальном мире, то возможно выделить в категориальном плане отдельные ракурсы и явления архитектурного пространства с целью установления внутренних планов и их взаимосвязей для упрощения процесса анализа эстетических аспектов его формы.

Архитектурное пространство в исследованиях различных авторов характеризуется различными категориями и терминами. Можно выделить три подхода в терминологическом определении явлений архитектурного пространства:

1) архитектурное пространство характеризуется с точки зрения выделения его различных сторон как ракурсов целостности. В этом случае архитектурное пространство определяется как «архитек-



турная среда, архитектурные искусства, деятельность, процесс»;

2) архитектурное пространство рассматривается как этапы или продукты его явлений. В этом случае применяют такие термины, как «облик архитектурного объекта», «архитектурная форма», «материал архитектурного объекта (произведения)», «архитектурный образ» или «образ архитектурного объекта (сооружения)», «архитектурный объект»;

3) архитектурное пространство характеризуется с точки зрения усмотрения в отдельных его явлениях, продуктах человеческой деятельности, художественных качеств. Тогда используют такие термины, как «произведение архитектуры», «художественный образ».

В настоящем исследовании архитектурного пространства как антропологизированного и оформленного человеческого пространства, рассматриваемого с точки зрения наличия эстетических качеств, применяют ракурсы, соответствующие трем вышеизложенным позициям, и закрепляют их терминологическую определенность.

1. Архитектурное пространство как целостность характеризуется через термины «архитектурная среда» и «архитектоническое пространство».

2. Продукты, явления и этапы становления архитектурного пространства – через термины «архитектурный облик», «архитектурный объект», «архитектурный субстрат», «архитектурный материал», «архитектурная форма», «архитектурный образ».

3. Для эстетического анализа архитектурного пространства необходимой представляется понятийно-категориальная разработка и терминологическая фиксация эстетических характеристик архитектурного пространства в тех аспектах, которые были недостаточно полно изучены и потому не оснащены соответствующим понятийно-терминологическим аппара-

том. Вновь вводимые понятия, необходимые для эстетического исследования архитектурного пространства, должны базироваться на общепринятом категориально-понятийном аппарате эстетики и философии и быть соотнесены с ним.

Прежде всего архитектурное пространство следует рассмотреть сквозь призму категорий «архитектурная среда» и «архитектоническое пространство».

Материально-вещественно-протяжённое воплощение человека (каким и является архитектура и архитектурное пространство в философском векторе анализа), т.е. то, что можно назвать антропопроекцией, «человеческим следом», «человеческим местом», предполагает соотнесение с таким понятием, как «среда», точнее, «среда архитектуры» или «архитектурная среда». Необходимо заметить, что термин «архитектурная среда» как носитель и выразитель всей полноты архитектурного используется в большинстве исследований по теории и философии архитектуры. В частности, в словаре «Эстетика» архитектура связывается с эстетической организацией среды, т.е. системой «воздействия на природу» с целью создания «материально-предметного окружения» [33, С. 422]. «При этом люди могут быть эстетически удовлетворены существующей или специально создаваемой средой, использовать её для достижения своих жизненных идеалов и конкретных бытовых целей. Они могут ощущать несоответствие со средой, но искать примирения с ней, приспособливаться, создавая особые формы эмоционального, эстетического контакта с ней» [33, С. 422].

Г.Ю. Сомов применительно к архитектуре использует термины «гуманная архитектурная среда», «целостная жилая среда», «...т.е. единство архитектурного решения пространства и предметной среды, несущих культурные значения...» [27, С. 174]. Ю.Н. Евреинов оперирует терминами «архитектурная среда» и «природная

среда». «Материальный и духовный каркас, налагаемый архитектурной средой на природную среду, создаёт реальную, конкретную ситуацию и определяет поведение всех социально-типологических жизненных форм общества», «... современное понимание формы в архитектуре отличается от прошлого не просто стиливым выражением, а новым пониманием архитектуры как специфического пространственного средообразования, как определённым образом структурированного социального пространства...» [11, С. 4 – 5]. З.Н. Яргина говорит о «городской среде», «природной среде», «окружающей человека среде», «эстетизации среды обитания» [34, С. 9]. В.Ю. Циркунов, определяя сущность архитектурных изменений, отмечает: «...человек начинает “овладевать пространством” и, преобразуя его в своих общественных целях, создаёт искусственную пространственную среду для своего обитания (жилище)...», «...до возникновения общества существовала лишь одна природная (естественная) пространственная среда, с появлением его возникла новая разновидность этой среды – архитектурное пространство.» [31, С. 178]. Архитектурная среда – это «производственно-предметная материальная форма» [31, С. 210].

С.В. Норенков оперирует терминами «эстетическая среда», «архитектоническая среда», «предметно-пространственная среда архитектурного произведения», определяя, что архитектура, понимаемая им как архитектуроническая деятельность, – это «... род эстетической деятельности, состоящей в создании предметно-пространственной среды в соответствии с художественно-утилитарными закономерностями» [23, С. 41]. Д. Желева-Мартинс использует определение «архитектурная среда как упорядоченное окружение» [12, С. 443 – 444].

Архитектурная среда и архитектурное пространство в приведённых выше мнениях тождественны, поэтому можно говорить о понимании архитектурного пространства как архитектурной среды, где

на первый план выходят: 1) её антропологизированный, человеко-созданный характер; 2) её материальная (предметная, вещная, пространственно-протяжённая) сущность; 3) её способность быть активно включённой в духовную жизнь человека, т. е. быть «гуманной», «эстетизированной» средой; 4) архитектурная среда должна окружать человека, позволять ему овладевать пространством не как физическому, природному существу, а как человеку во всей полноте его человеческой сущности.

Необходимо отметить, что эта особенность архитектурного пространства как архитектурной среды может быть выделена как сущностная особенность архитектуры вообще. Она была отмечена в ряде философских исследований в отношении архитектурного объекта. Так, в частности, в «Эстетике» Гегеля находим: «... её <архитектуры> призвание в том и заключается, чтобы над самостоятельно существующим духом, над человеком или над изображениями богов, которых он создал и сформировал в виде объектов, возвести внешнюю природу в качестве некоего замкнутого пространства ...», «... вокруг реализованного духовного смысла воздвигается художественно сформированная неорганическая среда» [9, С. 28 – 29].

Для определения сущности архитектурного пространства как архитектурной среды необходимо конкретизировать термин «среда» с точки зрения его философского понимания.

Ж.П. Сартр рассуждает в работе «Бытие и ничто: опыт феноменологической онтологии»: «Я являюсь существующим *среди* других. Но я могу «реализовать» это существование среди других, могу понять существующих, которые окружают меня в качестве *объектов*, и самого себя как *окружённого* существующим и даже придать смысл этому понятию «*среди*», только если я выбираю сам себя, не в своём бытии, но в своём спосо-

бе бытия» [25, С. 553]\*. Следовательно, исходя из этого рассуждения «среди» можно рассматривать как окружение «существующим», «существование среди других», т.е. существование в контексте окружения объектами.

В.Е. Кемеров определяет «среду» (социальную) как «... совокупность условий, влияющих на формирование и функционирование человека в обществе, предметную и человеческую обстановку развития личности ...» [28, С. 856]. Ведущее в этом определении – слово «обстановка», достаточно распространённый термин для обозначения архитектурного («архитектурная обстановка»). Следовательно, архитектурная среда – это материально-вещественно-протяжённая обстановка архитектурного пространства, т.е. материально-вещественно-протяжённая реализация социально-культурного пространства в его духовной и вещественной полноте, в котором главным является именно присутствие человека и усмотрение им себя в материально-вещественной обстановке, в некоем вместилище, протяжённости.

Фактически архитектурная среда имеет собственное главное свойство, а именно возможность не просто включать в себя человека, а быть им как его физическая интерьерность, т.е. быть его, человека, вместилищем; быть продолжением его, человека, физического тела, т.е. его реализацией как вещной совокупности. Продолжение человека за пределы физического тела, его обнесённость предметами, обставленность ими образует человеческий мир, становящийся архитектурным. В этой связи уместно вспомнить замечание М. Хайдеггера в «Истоке художественного творения»: «Стоя на своём месте, храм придаёт вещам их вид, а людям дарует взгляд на самих себя» [30, С. 76].

---

\* Выделение слов соответствует источнику [25].

Становящийся характер архитектурного пространства связан с таким понятием, как «архитектоническое пространство».

«Архитектоничность», «тектоника», наряду со «средой», большинством теоретиков архитектуры признаются важнейшим свойством архитектурного пространства. Приведём некоторые точки зрения в качестве аргументов для подтверждения этого тезиса. З.Н. Яргина указывает: «... тектоничность выражает достоверность..., а значит жизнепригодность ...» [34, С. 149]. В.Ф. Маркузон термин «тектоника» понимает как искусность в предмето-созидательности [20, С. 13 – 29]. Ю. Волчок [7, С. 62 – 68], К. Зигель [13], А.И. Каплун [16], И.А. Страутманис [29] понимают «архитектоническое» как исчерпывающую сущность архитектурного как созданного и градостроительного. Ю.Г. Божко [5], Г.Б. Минервин [21], Г.Ю. Сомов [26; 27] связывают понятие «архитектоническое» с образованием чего-либо, в частности с «формообразованием», «стилеобразованием» и т.п. С.В. Норенков определяет «архитектонику» как «... область знания о формировании и развитии гуманной искусственной оболочки Земли» [23, С. 14], как перестройку «здания мира (мироздания)», как «предметно-созидательную» и «пространственно-созидательную» активность человека [23, С. 42] и т.д.

Но для более глубокого понимания сущности понятия «архитектоническое» целесообразно обратиться к философским исследованиям и рассмотреть, в какой связи и каком контексте оно используется. Е.В. Волкова, рассматривая категорию «архитектоника», поднимает её с уровня частного вида искусства до уровня общеэстетического и использует её в значении «упорядоченность» при анализе художественной формы произведения искусства [6, С. 273]. Понятие «архитектоническое» приводит И. Кант в «Критике чистого разума».

Он использует аналогии, уподобления совокупности всех знаний построению здания, а «архитектоническое» связывает с неким методологическим началом его строительства, возведения. «Человеческий разум по природе своей архитектоничен...», – отмечает И. Кант [15, С. 440]. В характеристике архитектурного термина «архитектоническое» использует Гегель. В частности, его понимание этого термина частично следует из приведённого ниже высказывания: «Но более всего архитектонический принцип проведён во французском садово-парковом искусстве, которое обычно недалеко от больших дворцов насаждает деревья в строгом порядке, образуя большие аллеи, подрезая их, создаёт из них прямые стены живой изгороди. Так оно преобразует саму природу в обширное жилище под открытым небом» [9, С. 92]. Здесь, с одной стороны, «архитектоническое» синонимично «упорядоченному», «оформленному», а следовательно, и «изменённому», «преобразованному», «становящемуся», с другой стороны, это понятие отражает путь от природы к жилищу, от дикого к созданному человеком, от нечеловеческого к антропопроекции.

Термин «архитектоническое» встречается у О. Шпенглера [32, С. 303, 313], который понимает его как преобразованное в человеческое подобие. У М.М. Бахтина термин «архитектоническое» связывается, с одной стороны, с человеческим началом, с другой стороны - с неким возведением, созидательным началом [3; 4], когда, по словам Ю.Н. Давыдова, «... «архитектоническое целое» мира поступка располагается вокруг меня как его «эмоционально-волевого» центра, поскольку я и только я могу быть «центром происхождения» моего поступка ...» [10, С. 180].

Вторая часть термина «пространство» указывает: во-первых, что становящимся является не единичный объект окружения, а вся его совокупность, т. е. пространство; во-вторых, что архитектониче-

ское пространство – ипостась архитектурного пространства, более широкого по отношению к нему, включающего в себя не только становящееся пространство, но и пространство ставшее.

Из всего приведённого выше в отношении архитектурного пространства можно сделать следующий вывод, что «архитектоническое» указывает, с одной стороны, на то, что архитектурное пространство создается и создаётся. Причём эта реализация не аморфна и беспорядочна, а в полной мере тектонична, т. е. закономерно-строена, целостно-строена, возведена, может быть уподоблена строительству здания, подчинена некоей разумности. С другой стороны, порядок архитектонического не есть порядок естественного, он привнесён по отношению к создаваемому извне его. Таким образом, архитектоническое пространство – это разумно и искусственно становящееся архитектурное пространство, т. е. социально-культурное пространство в его вещественно-материально-протяжённой реализации.

Особо следует остановиться на двух таких характеристиках архитектурного пространства, как разумность и искусственность. Разумность не предполагает научно-логического подхода или использования только разума для реализации архитектурного пространства. Нет, в этом термине заложено другое сущностное наполнение: разумность сродни благоустроенности. Благоустроенность сродни реализации глубоко человеческого. Разумность предполагает прочувствованную осмысленность и осмысленную прочувствованность, духовную сближенность со становящимся архитектурным пространством.

Эта особенность архитектонического пространства сближается с «ведением» М. Хайдеггера («Исток искусства и предназначение мысли»): «... ведать означает заведомо держать в поле зрения, в чём всё дело, когда производится творе-

ние и образный строй» [30, С. 281]. Следовательно, разумность – это ещё и ведение сущности, в данном случае сущности человеческой. «То, в чём всё дело» в архитектурном пространстве – это человек, к которому стремится и для которого воздвигается это пространство.

Искусственность не есть неестественность, не есть делание ради делания. Наоборот, она предполагает, что архитектурное пространство неестественно только по отношению к тому, что было до соотнесения с пространством человека. Он меняет ход материальных событий до человека, делая их человеческими событиями. В отношении же к человеку применима искусственность, точнее, искусность как глубоко духовная, прочувствованная необходимость материального соответствия архитектурного (как материального и становящегося) социально-культурному (как человеческому).

Представая в двух ипостасях, как становящееся и как окружение, архитектурное пространство, оставаясь единым, находит своё отражение в терминах «архитектурная среда» и «архитектоническое пространство».

Явления, этапы и продукты архитектурного пространства, находя своё отражение в его категориях, упрощают и конкретизируют процесс определения эстетических составляющих его формы.

Архитектурное пространство представляет собой процесс человеческого освоения вне-его-лежащего, поэтому в основу его терминологического аппарата должна быть положена эта его содержательная основа. Вопрос о том, что есть архитектурное как некоторая процессуальность освоения внешнего мира человеком, его очеловечивание, является определяющим по отношению к вопросу о его видах, формах, ракурсах и их иерархии, а также их терминологического определения.

Архитектурное пространство может быть рассмотрено как некоторая со-

вокупность отдельных частей, единиц, условно выделенных из архитектурного пространства и представляющих собой конкретное воплощение его сущности. Такие единицы в терминологии данного исследования называются «архитектурный объект», если речь идёт о некоторой содержательно-смысловой целостности архитектурного пространства в вещном ограничении строительной вещью, и «элемент архитектурного пространства», если имеет место территориальное и временное выделение отрезка архитектурного пространства. Элемент архитектурного пространства может включать в себя один или несколько архитектурных объектов.

Во внешний мир архитектурный объект предстаёт как некоторая внешняя оболочка, называемая «архитектурный облик». Использование термина «архитектурный облик» представляется целесообразным несмотря на то, что понятия «облик архитектурного объекта», «облик здания», «архитектурный облик» многими теоретиками архитектуры отвергаются вовсе или считаются мало профессиональными. Так, в частности, А.Г. Раппапортом и Г.Ю. Сомовым [24; 27], З.Н. Яргиной [34] ставится под сомнение целесообразность употребления термина «облик» в отношении архитектурного объекта (сооружения), поскольку часто этот термин выступает как единственная и, следовательно, упрощённая характеристика архитектурного пространства.

В то же время нельзя не признать целесообразность специального терминологического осмысления внешнего явления архитектурного пространства в конкретном объекте, так как именно через него выступает в мир архитектурное пространство, его форма и проявляются его основные свойства, в частности эстетические.

В философских работах, в частности М. Хайдеггером в «Истоке художест-

венного творения», используется термин «облик» в контексте эстетического исследования. М. Хайдеггер рассуждает: «Истина, будучи спором, устроится в производимом сущем только так, что внутри этого сущего разверзается спор, то есть само это сущее приводится к разрыву и расколу».

... Спор, введённый в разрыв и тем самым поставленный назад на землю и этим упроченный, есть устойчивый *облик*. Созданность творения означает упроченность истины в облике. Облик есть строй, в какой встраивается разрыв. Встроенный разрыв есть крепь светящейся истины. То, что названо здесь обликом, следует мыслить в согласии с тем состоянием, устоем, в качестве чего бытийствует *творение*, как только оно восставляется и составляется» [30, С. 95]. Следовательно, облик – это прежде всего устойчивость, некоторый строй, в качестве которого бытийствует «творение», утверждается во внешнем бытии.

Х.Г. Гадамер в «Введении к «Истоку художественного творения»» отмечает: «... мир входит в свой настоящий облик: облик стоит на своём месте, он как бы обрёл своё соразмерное земле бытие» [8, С. 126].

Употребление термина «облик» применительно к элементам архитектурного пространства представляется целесообразным именно с точки зрения нахождения его эстетических составляющих. Под термином «архитектурный облик» в рамках настоящего исследования проблем эстетики архитектурного пространства понимается некоторый внешний строй и внешняя оболочка архитектурного пространства, точнее его элемента или архитектурного объекта, которые являются его внешними характеристиками, позволяют его отличить от другого, т.е. идентифицировать. Это некая скорлупа, периферия, внешняя оболочка, некий устой и свершённость, посредством которой архитектурное пространство выходит во внешний

мир. Архитектурный облик архитектурного пространства – это внешнее, но подразумевающее наличие внутреннего, являющегося его потенцией и представленного этой периферией.

«Образ архитектурного объекта» («архитектурный образ») – это результат отражения архитектурного объекта, элемента архитектурного пространства, существующего реально (конкретно-физически) или посредством других продуктов человеческой деятельности (посредством графики, живописи, фотографии) в сознании человека. В качестве примера можно говорить об архитектурном образе города или сельского поселения, региона или страны. Может существовать архитектурный образ объекта в качестве проекта, рисунка, фрагмента фильма.

Поскольку архитектурный образ есть отражение сложного явления (архитектурного пространства), то в нём можно выявить в качестве составляющих: национальный образ, образ природы, образ жизни, образы практической и духовно-практической деятельности и т.д. В конечном счёте архитектурный образ – это образ особым способом опредмеченного социально-культурного пространства или, если можно так выразиться, образ очеловеченного места.

Поскольку основная форма мышления в искусстве – художественный образ, то необходимо разнести понятия «художественный образ» и «архитектурный образ» по отношению к элементу архитектурного пространства или архитектурному объекту. Архитектурный образ, безусловно, может содержать в себе в качестве компонента художественный образ. Это происходит тогда, когда архитектурный объект является продуктом художественной деятельности, произведением архитектуры как вида искусства. Но архитектурный образ имеет также и составляющие, которые не могут быть отнесены к художественному образу архитектуры,

существующей как вид искусства. Так, теоретик архитектуры Г.Ю. Сомов, пытаясь выделить таковые компоненты, говорит о красоте архитектуры вне архитектуры как вида искусства [27, С. 298 – 334], которое в терминологии его исследования названо художественным творчеством. Г.Ю. Сомов связывает их существование с некоторой «приемлемостью» архитектурного объекта, соответствием образу жизни. Поскольку определение этой приемлемости ведётся на чувственном уровне, то можно предположить, что и эта составляющая архитектурного образа не лишена эстетических компонентов. И её образ формируется как результат эмоционально-образной деятельности сознания, направленной на отображение архитектурного объекта, элемента архитектурного пространства. Эта эстетическая составляющая архитектурного образа не адекватна архитектурному образу как результату художественной деятельности. Она, скорее, ближе к образу природы, но отличается от последнего своей антропоморфностью. Её сущность заключается не в том, что элементы архитектурных объектов похожи на человека, а в том, что всё архитектурное пространство адекватно человеку, соизмеримо с ним.

Наиболее разработана в теории архитектуры категория, обозначаемая термином «архитектурная форма». Этот термин имеет устойчивую традицию своего использования и обозначает некоторый специфический способ осуществления архитектуры и архитектурных образований. Исследованию архитектурной формы посвящены, в частности, фундаментальная работа А.Г. Раппапорта и Г.Ю. Сомова «Форма в архитектуре. Проблемы теории и методологии» [24; 27], исследование И.Г. Лежавы «Функция и структура формы в архитектуре» [18]. Большой вклад в разработку этой категории внесён Р. Арнхеймом [1], Е. Барбышевым и Г. Сомовым [2], Ю.Н. Евреиновым [11],

А.В. Иконниковым [14], Ю.И. Курбатовым [17]. Значение этой категории в теории архитектуры трактуется различно, но наиболее интересными в отношении темы настоящего исследования представляются определения, сделанные Р. Арнхеймом [1, С. 187] и А.В. Иконниковым [14, С. 13].

Р. Арнхейм отмечает, что «любая организация мысли», будучи воплощённой посредством строительства, «приобретает форму архитектурного сооружения...» [1, С. 187]. «Архитектурная форма» архитектурного объекта «выражает способ его организации и существования в контекстах среды и культуры; она выступает как материальное воплощение информации, существенной для духовно-практической деятельности людей, как носитель эстетической и художественной ценности» [14, С.13]. Однако в качестве носителей архитектурной формы А.В. Иконников рассматривает и некоторые совокупности архитектурных объектов, естественно возникшие архитектурные образования, т. е. распространяет определение архитектурной формы на то, что в терминах настоящего исследования названо элементами архитектурного пространства. Опираясь на определение А.Ф. Лосева в «Диалектике художественной формы», что архитектурная форма «... всегда есть форма носителя, вместилища чего-то другого, более внутреннего» [19, С. 122 – 123], подходим к выводу, что по отношению к архитектурному пространству, его элементам и объектам можно применить понятие «архитектурная форма», если акцентировать внимание на его формах, генетически связанных с антропной целостностью, вмещаемой им.

Определяя сущность архитектурной формы, можно отметить две её существенные стороны: во-первых, архитектурная форма – это способ мышления, т. е. рассматривая это понятие более подробно, можно говорить об архитектурной форме, отвечающей на вопрос «как?»; во-

вторых, архитектурная форма является уже ставшей, осуществлённой, воплощением этого «как?» в жизнь, т. е. архитектурной формой «есть» в её материальном выражении.

Другими словами, архитектурная форма – это способ осуществления содержания архитектурного пространства. При этом, безусловно, необходимо отметить, что существует несколько пластов прочтения архитектурной формы, а именно: морфологический, семиотический и феноменологический, представляющие срезы одного явления на разных уровнях, при которых архитектурная форма может рассматриваться, расшифровываться и раскрываться и как некая морфология архитектурного пространства, и как символ культуры, и как феномен культуры, данный в непосредственном переживании.

С категорией «архитектурная форма» связаны и другие категории, а именно «архитектурный субстрат» и «архитектурный материал». Необходимость их использования связана с тем, что термин «архитектурная форма» соотнесён со ставшим архитектурным пространством, т. е. с архитектурной средой. Ракурс же становления архитектурного пространства, т. е. архитектурное пространство, выпадает из категориального поля.

«Архитектурный субстрат» – это то, что может быть организовано в архитектурное пространство; то, что может выступить в качестве организуемого, подвергнуться действию человека, быть оцеловечено, изменено, чтобы стать архитектурным пространством, существующим в качестве архитектурной формы.

«Архитектурный материал» — это архитектурный субстрат, уже подвергшийся человеческому изменению, антропопроекции, т. е. архитектурный субстрат с человеческим измерением. Термином «архитектурный субстрат» обозначается то, что ещё вынесено за пределы человека и поэтому не может быть человеческим

пространством, а «архитектурный материал» уже содержит человека в качестве своей масштабной единицы. Он во всех смыслах связан с человеком и, следовательно, является начальной стадией архитектурного пространства.

Таким образом, базовые категории и понятия теоретико-философской аналитики архитектуры могут быть с успехом соотнесены с понятийным аппаратом эстетики и философии, и в этом качестве несомненной представляется их методологическая ценность для формирования целостной теоретико-философской рефлексии архитектурного пространства.

### Библиографический список

1. Арнхейм, Р. Динамика архитектурных форм / Р. Арнхейм ; перевод с англ. В.Л. Глазычева. – М. : Стройиздат, 1984.
2. Барбышев, Е. Формообразующие структуры и архитектурная форма / Е. Барбышев, Г. Сомов // Архитектура СССР. – 1990. – № 2.
3. Бахтин, М. М. Архитектоника поступка / М.М. Бахтин // Социологические исследования. – 1986. – № 2.
4. Он же. Эстетика словесного творчества : [сб. тр.] / М.М. Бахтин ; [примеч. С.С. Аверинцева, С.Г. Бочарова]. – М. : Искусство, 1979.
5. Божко, Ю. Г. Архитектоника и комбинаторика формообразования / Ю.Г. Божко. – Киев : Выща шк., 1991.
6. Волкова, Е. В. Произведение искусства в мире художественной культуры / Е.В. Волкова. – М. : Искусство, 1988.
7. Волчок, Ю. Тектоника и организация пространственной среды / Ю. Волчок // Проблемы формообразования в современной архитектуре. – М. : Стройиздат, 1975.
8. Гадамер, Х. Г. Введение к «Истоку художественного творения» / Х.Г. Гадамер // Работы и размышления разных лет : пер. с нем. / М. Хайдеггер. – М. : Гнозис, 1993.



9. Гегель, Г.В.Ф. Эстетика : пер. с нем. / Г.В.Ф. Гегель ; под ред. и с предисл. М. Лифшица. – М. : Искусство, 1971.
10. Давыдов, Ю. Н. У истоков социальной философии М.М. Бахтина / Ю.Н. Давыдов // Социологические исследования. – 1986. – № 2.
11. Евреинов, Ю. Н. О природе и сущности формообразования в архитектуре / Ю.Н. Евреинов // Вопросы формообразования в современной архитектуре : сб. науч. тр. ЗНИИЭП. – Киев, 1983.
12. Желева-Мартинс, В. Д. Топогенезис города : Семантика мифа о происхождении / В.Д. Желева-Мартинс // Семиотика пространства : сб. науч. тр. Международ. ассоц. семиотики пространства / под ред. А.А. Барабанова. – Екатеринбург : Архитектон, 1999.
13. Зигель, К. Структура и форма в современной архитектуре : [пер. с нем.] / К. Зигель. – М. : Стройиздат, 1965.
14. Иконников, А. В. Художественный язык архитектуры / А.В. Иконников. – М. : Искусство, 1985.
15. Кант, И. Критика чистого разума / И. Кант // Соч. : в 6 т. / под. общ. ред. В.Ф. Асмуса [и др.] ; АН СССР, Ин-т философии. – М. : Мысль, 1964. – Т. 3. – 799 с.
16. Каплун, А. И. Стиль и архитектура / А.И. Каплун. – М. : Стройиздат, 1985.
17. Курбатов, Ю. И. Архитектурная форма и природный ландшафт : автореф. дис. ... д-ра архитектуры / Ю.И. Курбатов. – Л., 1986.
18. Лежава, И. Г. Функция и структура формы в архитектуре : дис. ... д-ра архитектуры / И.Г. Лежава. – М., 1987.
19. Лосев, А. Ф. Диалектика художественной формы / А.Ф. Лосев // Форма – Стиль – Выражение / под общ. ред. А.А. Тахо-Годи и И.И. Маханькова. – М. : Мысль, 1995.
20. Маркузон, В. Ф. Конструкция, тектоника, образ / В.Ф. Маркузон // Тр. ВНИИТЭ. Техническая эстетика. – Вып. 20. – М., 1980.
21. Минервин, Г. Б. Архитектоника промышленных форм. Системный анализ формообразования в художественном конструировании : автореф. дис. ... д-ра искусствоведения / Г.Б. Минервин. – М., 1975.
22. Он же. Архитектоника промышленных форм / Г.Б. Минервин. – М., 1973.
23. Норенков, С. В. Архитектоническое искусство / С.В. Норенков. – Н. Новгород : Волго-Вят. кн. изд-во, 1991.
24. Раппопорт, А. Г. Методологические проблемы исследования архитектурной формы // Форма в архитектуре : Проблемы теории и методологии / А.Г. Раппопорт, Г.Ю. Сомов ; ВНИИ теории архитектуры и градостроительства. – М. : Стройиздат, 1990.
25. Сартр, Ж. Бытие и ничто : Опыт феноменологической онтологии / Ж. Сартр ; пер. с франц., предисл., примеч. В.И. Коллядко. – М. : Республика, 2000.
26. Сомов, Г.Ю. Природа средств архитектурной композиции / Г.Ю. Сомов ; под ред. Л.И. Кирилловой ; ЦНИИ теории и истории архитектуры. – М. : Стройиздат, 1986.
27. Он же. Проблемы теории архитектурной формы // Форма в архитектуре : Проблемы теории и методологии / А.Г. Раппопорт, Г.Ю. Сомов ; ВНИИ теории архитектуры и градостроительства. – М. : Стройиздат, 1990.
28. Среда социальная // Современный философский словарь / под общ. ред. В.Е. Кемерова. – 2-е изд., испр. и доп. — Лондон, 1998.
29. Страутманис, И. А. Информативно-эмоциональный потенциал архитектуры / И.А. Страутманис. – М. : Стройиздат, 1981.
30. Хайдеггер, М. Работы и размышления разных лет : пер. с нем. / М. Хайдеггер ; вступ. ст., примеч. А.В. Михайлова. – М. : Гнозис, 1993.

31. Циркунов, В. Ю. Об эстетической природе зодчества / В.Ю. Циркунов. – М. : Стройиздат, 1970.

32. Шпенглер, О. Закат Европы / О. Шпенглер. – Ростов н/Д : Феникс, 1998.

33. Эстетика : словарь / под общ. ред. А.А. Беляева [и др.]. – М. : Политиздат, 1989.

34. Яргина, З.Н. Эстетика города / З.Н. Яргина. – М. : Стройиздат, 1991.

УДК 711

Р.Г. Коноплева

## АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ ВО ВЛАДИМИРСКОЙ ГУБЕРНИИ ПЕРВЫХ ПОСЛЕРЕВОЛЮЦИОННЫХ ЛЕТ (1919 – 1921 гг.)

*Рассматриваются вопросы, связанные с организацией архитектурной и строительной деятельности во Владимире и Владимирской губернии в 1919 – 1921 гг., в том числе вопросы управления строительной и архитектурной деятельностью.*

Статья основана на материалах архивного фонда 1870 Государственного архива Владимирской области (ГАВО. Ф. 1870). Он содержит документы Губернского комитета государственных сооружений (далее - Губкомгоссоор, или ГКГС), являвшегося отделом (отделением) Главного комитета государственных сооружений в Москве.

Возник Владимирский Комгоссоор 1 января 1919 г. при Губернском совете народного хозяйства (ГСНХ) и занимал несколько помещений в здании бывшей Земской управы, затем Обкома КПСС, ныне студенческой поликлиники на Никитской улице. Просуществовал комитет вплоть до конца 1921 г.

В ведение ГКГС входили многие вопросы формирования и эксплуатации зданий, сооружений, коммуникационных и инженерных систем, организации и строительства поселений в целом, отдельных функциональных зон населенных мест: жилья, производств, транспорта, энергетического снабжения, общественного обслуживания. Поскольку в стране шла Гражданская война, в обязанности ГКГС входило содержание и укрепление путей сообщения в военных целях, сбор,

учет, складирование и реализация брошенного имущества, организация кустарного производства строительных материалов, обеспечение рабочих рук в строительстве за счет трудовой повинности и т.д.

Структура ГКГС не раз менялась, приспособляясь к первоочередным нуждам государства и региона. Недостаток профессионально подготовленных кадров, к тому же постоянно изымаемых из сферы строительства призывами в Красную Армию, вызывал частую перестановку служащих из отдела в отдел, а также всевозможные «совместительства». Со временем были созданы некоторые уездные и районные комитеты государственных сооружений со своими небольшими штатами специалистов.

К началу 1919 г. в молодом советском государстве начались проектные и строительные работы. Хотя предпочтение отдавалось в первую очередь пока ремонтным работам, во вторую – завершению начатого до революции нового строительства и только в третью – закладке новых зданий и сооружений, работа пошла в определенных пропорциях по всем трем направлениям.

**В планах на 1919 г.** значились по промышленному строительству ремонты фабричных и заводских зданий в Киржачском, Вязниковском, Гороховецком, Ковровском, Меленковском и Судогодском уездах. При каждом предприятии дополнительно предусматривался ремонт либо казармы для рабочих, либо больницы или лазарета, либо бани... Планы по гражданскому строительству, кроме ремонта школ и больниц (Александровский, Судогодский, Владимирский уезды), включали постройку новых общественных бань в Вязниковском уезде. В Муромском уезде обследование школ и больниц только начиналось: там определяли необходимость и объемы ремонтных работ.

Поскольку в годы Первой мировой войны контроль за регламентами строительства на селе был ослаблен, в 1918-1919 гг. участились пожары в деревнях, что приносило большой ущерб населению и государству. Именно поэтому уже с 1918 г. начался ввод в действие по уездам черепичных мастерских как первоочередное мероприятие по организации сельского огнестойкого строительства. В 1919 г. было решено открыть черепичные мастерские во всех уездах губернии; в 1918 г. уже работало шесть мастерских по выработке цементно-песчаных изделий, в 1919 г. отремонтировали четыре, а во Владимире открыли новую мастерскую. В г. Александрове продумывали оборудование мастерской бетонных изделий в помещении бывшей фабрики Суркова.

Сотрудники ГКГС, ознакомившись с опытом ярославских коллег по программе обследования городов на предмет восстановления экономико-хозяйственной жизни, выработали свою программу обследования городов Владимирской губернии, для чего были созданы соответствующие губернское (инженер Г.В. Семенов) и уездные бюро. В марте 1919 г. уже были составлены сметы на обследование города Владимира в связи с предполагае-

мой постройкой городской канализации, да и существующее водоснабжение требовало совершенствования. В этом отношении первым на очереди стал г. Суздаль.

В Муромском уезде изучили финансовую сторону проекта водоснабжения Арефинского и Забелинского районов; по остальным уездам губернии составили план бурения колодцев, устройства противопожарных баков, ремонта дорог.

Еще в 1918 г. был поднят вопрос о плане предполагаемого расширения города Гусь-Хрустального, и 27 января 1919 г. ГКГС остановил все работы по размежеванию города вплоть до разработки проекта его перспективного развития.

На очередь дня встала разработка образцовых проектов распланировки населенных мест (идея для российского градостроительства не новая) путем разбивки усадебных участков в группы *по гнездам или поквартально*, при этом снимали планы существующей застройки для дальнейшего распланирования, намечали устройство прудов, строительство колодцев, водопроводов. Для этого привлекали впоследствии практикантов Московского межевого института.

В планах ГКГС было составление образцовых проектов и смет на здания различного характера (школы, народные дома, больницы, бараки), серии проектов на дешевые дома для рабочих, крестьян и «нужд коммунистического хозяйства», а также на сантехнические устройства. Известен, например, проект единой трудовой школы.

Середина и конец лета, связанные с пиком сельскохозяйственных работ в средней полосе России: сенокосом и уборкой урожая, вызывали приостановку строительных работ. Внимание специалистов ГКГС сосредотачивалось на обследованиях объектов и проектно-изыскательских работах. Так, в 1919 г. в этот период шли поиски спрямления шоссе Семигорье – Москва и места для постройки моста через реку

Нерль на этой трассе. Во Владимире сосредоточились на топографической съемке города, ремонтировали бани, губернскую больницу и другие городские здания, установили бетонный бак для воды на городской электростанции.

В августе 1919 г. отмечается бурное строительство в деревнях: за этот месяц было отведено 100 участков под строительство. Объяснялось это большим количеством пожаров. Август в эти годы был месяцем составления планов работы на будущее. К этому времени уездные отделения ГКГС существовали уже месяц, поэтому планы на предстоящий год выглядели более смелыми, чем в год предыдущий. К тому же было проведено обследование губернии на наличие строительных материалов, также изучались жилищные условия пролетариата.

Рассматривались вопросы о принятии в ведение ГКГС «капитально сооруженной плотины на Гусь-Баташевском» (ныне Гусь-Железный Рязанской области) и возможность использования водной энергии для разнообразных нужд промышленности окружающего района. Разработка была поручена инженеру Д.А. Дмитриеву.

Суздальский УКГС предполагал построить в следующий строительный сезон в *каждом селении*, где живет 300 и более жителей, по сельскому клубу (такой проект имелся); на каждую волость собирались иметь по Народному дому, а в Суздале устроить уездный Народный дом. Планировалось обеспечить Суздаль электроосвещением и построить водопровод с р. Нерль у Красного Села. При этом под резервуары водопровода собирались использовать башни Спасского монастыря, а также один из этажей колокольни Преподобинского монастыря. Частновладельческие бани суздальчане временно собирались приспособить под общественное использование; дороги, мосты и колодцы планировали привести в порядок силами

населения. Для этого планировали организовать склад материалов для частного строительства.

ГКГС послал запрос в Переславль-Залесский инженеру Э.Я. Нуле, не возьмет ли он на себя работу по обследованию этого города, имея в виду конечной целью выработку плана «большого города», оборудуемого подъездными путями, канализацией, водопроводом и прочее.

К сентябрю большинство школ было готово к учебному году. Особенно отличился в этом Ковровский уезд, где готовность составляла 100 %. Кроме того, в этом уезде энергично шло оборудование существующих и постройка новых домов для рабочих фабрик и заводов. В губернском центре приступили к ремонту губбольницы, где предполагалось устроить рентгенкабинет, водолечебницу, электролечебницу, светолечебницу, для чего приспособляли помещения больницы. Ремонтировались многие общественные здания Владимира.

Тем временем идет военизация ГКГС. Так, Бюро обследования городов превратилось в Бюро военного строительства, а зав. отделом Городского и сельского строительства И.С. Кочергин был одновременно назначен уполномоченным Главного управления КГС по военному строительству Южного фронта. Двадцать четвертого сентября 1919 г. было обнародовано постановление Совета Рабочее-Крестьянской Обороны за подписью В.И. Ленина о милитаризации рабочих и служащих КГС, которое не только приравнивало их к фабрично-заводским рабочим и красноармейцам по снабжению продуктами, но и расценивало их уход с рабочего места без уважительных и соответственно оформленных причин как дезертирство на фронте.

В ноябрьском отчете ГКГС отмечается, что проведение дорожных работ и отведение новых строительных мест по губернии продолжается (в ноябре отведе-

но еще 101 место). Землемеры сняли в натуре 11 селений, а в городе Покрове – 14 кварталов существующей застройки, был составлен план города Меленки и карта уезда. По городу Владимиру была закончена нивелировка улиц, и началось составление планов. Было принято решение перевести владимирскую городскую водоканализацию на электричество. В ноябре 1919 г. началась подготовка к проектированию и строительству рабочего поселка Судогодского стекольного завода № 1.

**В итоге 1919 г.** для Владимирской губернии оказался годом напряженной работы в тылу Гражданской войны и одновременно сыграл роль плацдарма налаживания новой государственной властью мирной жизни...

**Второй год существования ГКГС, 1920-й,** сопровождался активизацией работы его отделений в уездах, в особенности много внимания уделялось дорожному и мостовому хозяйству, а также ремонту, а иногда и новому строительству школ и больниц по губернии. Положение с рабочей силой (Гражданская война еще шла) не улучшилось. Квалифицированные кадры изыскивались всеми возможными способами, делались попытки их удержания на месте путем чуть лучшего снабжения самым жизненно необходимым, в централизованном порядке отменили всякую возможность увольнения.

Инженер Д.А. Дмитриев 29 февраля 1920 г. представил Коллегии ГКГС и ГубСНХ развернутую разработку к проекту «Положения о натуральной дорожной повинности в губернии». Для того чтобы обустроить дороги общественного пользования и поддерживать достигнутое, Дмитриев проделал большую работу по классификации дорог с точки зрения требований к их состоянию, предложил контингент привлекаемых к повинности лиц, обосновал дозировку разных видов труда на дорогах, предусмотрел размеры денежной замены повинности. Все это способ-

ствовало работам по расширению сети гужевых, автомобильных и железных дорог, налаживанию мостов и переправ на этих трассах.

Хроническую нехватку строительных материалов и технического оборудования для различных видов производств преодолевали местными средствами. Так, например, оснащение Владимирской городской водоканализации, центральной электростанции и блок-станции при спиртовом складе было выполнено за счет перемещения необходимых агрегатов из частных имений и заводов. Изысканиями подобных возможностей были заняты лучшие специалисты: инженеры Ф.Ф. Курицын, Д.А. Дмитриев, А.Д. Брудастов, Т.В. Маевский и др. Кроме того, они проектировали и составляли сметы на ремонт, приспособление и возведение зданий различного назначения, а также проверяли и рецензировали подобные материалы от уездных отделений ГКГС.

В губернии начались интенсивные работы по строительству поселка при Собинской мануфактуре. Была создана Коллегия Построечного Управления, членом которой стал техник Савелий Григорьевич Лизунов. В июле к нему присоединился инженер Т.В. Маевский, а в сентябре их сменил инженер и архитектор В.Д. Голубков, назначенный производителем работ от ГКГС. Постройкой железнодорожной ветки от станции Ундол к «Собпоселку», как называли его в тогдашних документах, занимался сам заведующий отделом Горсельстроя ГКГС и председатель созданной коллегии инженер Ф. Курицын. Имеются сведения, что в конце июня этого года он совмещал эти две должности еще и с постом заведующего Губэлектротделом. Это значит, что на нем же лежала ответственность еще и за обследование на местах вновь сооружаемых и оборудуемых электростанций губернии. В конце июля к этим обязанностям присоединились заботы по промышленному строительству.

В начале года было решено открыть во Владимире курсы техников 2-го разряда, и 15 мая технико-строительные курсы по строительству и дорожному делу были открыты. Программа была рассчитана на пять месяцев: четыре месяца осваивалась теория, месяц проводились полевые занятия. На курсах были отделения дорожного, городского и сельского строительства, водного хозяйства, электрификации. В итоге каждый прошедший избранный им курс получал звание десятника соответствующей специальности. Для поступления на курсы необходимо было знать четыре правила арифметики, бегло читать и писать... Проблем с трудоустройством, конечно, не было.

На очереди дня стояло оживление промышленности. Здесь тоже требовались кадры. В мае был объявлен Всероссийский конкурс на поселковое строительство Главтекстиля. Эта отрасль на Владимирщине до революции была наиболее развита. Конкурс предлагал рассмотреть три варианта фабрик: столичную, в крупном фабричном центре и фабрику отдельно стоящую. Кроме этого рассматривались предложения по наилучшему современному использованию строительных материалов: либо новых, либо старых в новых конструктивных решениях. А пока что сотрудники ГКГС обследовали оставившиеся в связи с Гражданской войной и революцией предприятия, определяли возможность ремонта и их запуска. Среди таких объектов: Благовещенский, Анопинский, Иванищевский стекольные заводы, проверка сметы восстановления Чебышевского винокурного завода. Думали над идеей изготовления известково-силикатного кирпича в г. Петушках, пуска маслостолового завода б. Бабушкина во Владимире, паровой мельницы в Переславском уезде, бывшей фабрики Белова в с. Ставрово и многих других предприятий губернии.

Гораздо короче список вновь возводимых предприятий. Это главным обра-

зом электростанции. Исследовались попытки построить электростанцию при Пороцкой мукомольной мельнице, электроблокстанцию во Владимире и т.п. Была оборудована электростанция в с. Ставрово, к концу ноября выполнена смета на постройку электростанции в г. Меленки. Ф.Ф. Курицын как зав. электроотделом ГКГС несколько раз в год объезжал трассу Владимир – Ковров – Муром ради учета и наблюдения за постройкой электростанций в прилегающих уездах. В Меленках хлопотали об устройстве мастерской белого облицовочного кирпича и постройке кирпичного здания колбасного заведения, сделали смету на ремонтную мастерскую сельскохозяйственных машин и орудий (приспособление бывшего завода Солдаткина). Все эти работы вел техник Горсельстроя по Меленковскому уезду А.Т. Фонарев.

По общественным зданиям шли только ремонтные работы и приспособление их под государственные и общественные учреждения. Особое внимание уделялось больничным и школьным зданиям губернии. Курировал эту работу как в обследовании, кадровом обеспечении, так и в практическом проведении ремонтных работ архитектор С.М. Жаров, известный многочисленными и заметными в архитектуре города Владимира работами.

Жилищное строительство также ограничивалось ремонтом существующего фонда, но уже началось строительство новых поселков, ярким примером которых был поселок при Собинской мануфактуре. Второй формой нового жилищного строительства была усадебная застройка в сельских населенных пунктах. Плановое начало вводилось здесь директивным порядком, чтобы сократить потери от пожаров, эффективнее использовать земельный фонд поселений. Эту государственную политику проводил в жизнь землемер С.И. Рябов, разработавший специальный Строительный устав по застройке сельских населенных

мест губернии. Практика использования готовых срубов бытовала тогда повсеместно как в жилом, так и общественном строительстве.

Еще в 1919 г. начались работы по обследованию поселений и отдельных местностей на предмет их переустройства и эффективного использования в будущем. Этим занимался специальный отдел Горсельстроя ГКГС – «Обследования городов и селений губернии». При необходимости в конкретных исследованиях составлялись специальные комиссии с изыскательскими партиями при них. Так было с обследованием реки Нерль под руководством Ф.Ф. Курицына, постройкой Вязниковского подъездного железнодорожного пути, постройкой моста через Клязьму в городе Владимире и в Пенкино (ответственный инженер Д.А. Дмитриев) и др. Этим отделом ГКГС сделана нивелировка водопроводной сети нагорной части г. Гороховца, велось обследование г. Муром, нивелировочные работы по плотине с. Новое Владимирского уезда, изыскания по дамбе в г. Коврове и т.д.

Октябрь 1920 г., очевидно, был месяцем подготовки к третьей годовщине победившей революции, так как именно к этому периоду приурочено открытие роддома в г. Покрове, окончание работ в г. Александрове (26.06 – 31.10) по памятнику «Павшим борцам за Свободу» на Советской площади и приспособлению здания под телефонную станцию, а в г. Юрьев-Польском устраивают «Памятник на могилах коммунистов» (!.10 – 5.11) и делают ремонт детдома № 2, пустить который в эксплуатацию пока не удавалось из-за отсутствия дров...

Даже беглый **обзор деятельности ГКГС в 1920 г.** показывает, что жизнь в губернии переходит на мирные рельсы, но жесточайший дефицит строительных материалов, квалифицированных кадров и просто рабочей силы заставляют держать дисциплину по законам военного време-

ни. Оживление производства приходится начинать с подъема кустарных форм, восстанавливая работу предприятий, производящих строительные материалы на местном сырье. Их продукция используется в первую очередь на объектах энергетического, дорожного хозяйства и промышленных предприятиях, существовавших в губернии до революции, и только затем – в школах, объектах здравоохранения и жилье. Только вслед за этим проводят ремонты и приспособления зданий для прочих социальных и общественных учреждений. Конечно, исключение делается для общественных учреждений губернского центра.

**1921-й – третий, последний, год работы ГКГС** – проходит под знаком развития работы уездных отделений комитета. Первого февраля Управление ВладСНХ постановило организовать в местах активного строительства дополнительные райотделы ГКГС: в Кольчугине Александровского уезда и «на Гусю Хрустальном» Меленковского уезда.

В начале года, как обычно, шли подготовительные работы в дорожном хозяйстве и на переправах – к весне завозили строительные материалы, делали проекты и сметы для их ремонта. В январе при ГКГС организуется Управление по постройке железнодорожных путей («Ужедорстрой») во главе с техником путей сообщения В.Д. Михиным. Он лично выяснял возможности проведения железной дороги к городу Судогда. В Вязниках изучали пути соединения города с одной из станций Московско-Нижегородской железной дороги, обследовали работу разных существующих железнодорожных веток.

В новом строительстве лидировали жилые образования. Они, как правило, располагались на вновь отводимых участках, для оформления которых выезжал на место губернский землемер С.И. Рябов. Длинный перечень деревень можно при-

вести в качестве пунктов его командировок: Коняево, Улыбышево, Раменье, Одерихино и Батюшково, Якушево и село Новгородское. В 1921 г. продолжала свою работу строительная комиссия села Леонтьева Владимирского уезда. Она занималась восстановлением строений погорельцев с июня 1920 г.

Места для погорельцев из других селений отводились также в деревнях Наумкино и Шипелево, Кадыево и др. Ранее отведенных территорий уже не хватало и следовало выяснить возможности перспективного развития поселений. Это было сделано в марте для деревни Курлово, но требовались участки и в селах Ряхово, Архангеловка, Буланово, Головенцево. Отмерялись участки в селе Городищи Переславского уезда, в слободе Мстера Вязниковского уезда, в Золоткове Меленковского уезда. Все это было новое строительство.

Главные объемы ремонтных работ приходились на общественные здания, среди которых лидировали школы и больницы. Осматривались на предмет ремонта и другие общественные здания: в поселке Пиганово, детский сад и детский очаг в Кочуковской волости, здание коммуны «Красный пахарь», молочная при селе Ваганово. Во Владимире ремонтировались Присутственные места – одно из основных административных зданий, бывший дом Философова на Георгиевской улице – Губздравотдел, дом канцелярии и цейхгауз милиции района № 1. В конце года работы понемногу начали сворачиваться.

Производственные и инженерно-транспортные сооружения: велась подготовка к ремонту Новкинского завода на станции Эсино, составлялись сметы на ремонт помещений Карабановской фабрики, начался ремонт и возобновилась работа государственной Горбатовской писчебумажной фабрики № 26. Весь комплекс этой фабрики из 20 зданий с тур-

бинным каналом и плотиной был сдан в эксплуатацию 13 августа 1921 г.

На грунтовых дорогах губернии в течение года продолжали возобновление ветхих мостов, построенных в начале 1900-х гг. Их всего насчитывалось до 3 тыс. пог. сажен. В 1920 г. выполнили 450 пог. сажен., на 1921 г. намечалось сделать 1000 пог. сажен. Всю работу планировалось закончить в 1922 г. В декабре велись срочные работы по ремонту плотины в г. Киржаче.

Принять решение о постройке кустарного завода сухой перегонки дерева и углевыжигания в Гороховецком уезде.

В октябре, начинается сокращение штатов «Уждорстроя» за счет свертывания работ на Федотовской ветке. В середине ноября появляется первый список увольняемых сотрудников ГКГС, а в декабре – второй. Организуется специальная комиссия в связи с предстоящей реконструкцией ГубСНХ. Так пришла к завершению деятельность губернского комитета государственных сооружений. Многие его функции и объекты были переданы заботам коммунальных отделов губернии, уездов, городов, а также Управлению губернского архитектора, позднее ставшему Управлением губернского инженера\*.

---

\* Подробнее смотри в сборниках «Материалы краеведческой конференции» (18.04.2003, 14.04.2006, 20.04.2007).



**ДЕКОРАТИВНАЯ ЖИВОПИСЬ МАСТИХИНОМ В ПРАКТИЧЕСКИХ  
АУДИТОРНЫХ И ДОМАШНИХ РАБОТАХ ПО ДИСЦИПЛИНЕ  
«ЖИВОПИСЬ. ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИЯ ЖИВОПИСИ» СПЕЦИАЛЬНОСТИ  
070602 – ДИЗАЙН (ПО ОТРАСЛЯМ), НАПРАВЛЕНИЕ «ДИЗАЙН СРЕДЫ»**

*Рассматриваются методические аспекты преподавания живописи не-традиционными инструментами.*

Наряду с выполнением заданий с натуры в классической манере по дисциплине «Живопись. Техника и технология живописи», относящейся к числу общепрофессиональных дисциплин, программой предусмотрены и декоративные живописные работы с применением различных декоративных приёмов. Это обусловлено необходимостью формирования у студентов не только навыков достоверной цветопередачи формы, но и умения создавать «новую реальность», благодаря которому будущие дизайнеры учатся передавать то или иное необходимое эмоциональное настроение, расставлять цветовые акценты в интерьере, создавать цветовую среду в городском пространстве и т.п.

Один из способов придания декоративности – работа мастихином, применимый как в темперной, так и в масляной живописи. К тому же данный приём возможно использовать как самостоятельно, так и в сочетании с другими декоративными приёмами (изменение формы и пропорций, введение декоративного контура, оверлеппинг – частичное совпадение или наложение форм, членение плоскости на части, активное введение цветовых контрастов и пр.). Это задание сочетает в себе как классическую методику работы над живописным произведением, так и свободное обращение с цветовым пятном. Мастихин (или шпатель) – тупой нож из тонкой гибкой стали, употребляемый как для смешения красок, так и вместо кисти

для наложения их на рабочую поверхность будущей картины.

Наиболее легко техника работы мастихином осваивается в процессе написания с натуры живых цветов. Причём перед студентами не ставится задача достоверного, натуралистичного построения изображения букета, а, скорее, эмоциональной цветопередачи, через конкретные композиционные задачи: решение проблемы «верха» и «низа», баланса светлого и тёмного, динамического равновесия и пр. Следует помнить, что при таком способе работы нужно избегать мелкой детализации формы, отдавая предпочтение большим плоскостям, что придаёт изображению дополнительную декоративность. Также необходимо протирать инструмент после каждого применения во избежание появления живописной «грязи».

Первая работа в этой технике – натюрморт – выполняется с натуры на натянутом планшете размером 55×75 см темперными и/или гуашевыми красками без предварительного рисунка карандашом, что позволяет дополнительно развить чувство композиции, пропорциональности, соподчинённости частей целому и пр. Так как темперная живопись – переходный этап к масляной, в краску рекомендуется добавлять небольшое количество муки для создания большей пастозности и клея для эластичности. Красочную смесь мастихином можно наносить различными способами: кончиком, боковой поверхностью или всей плоскостью. Наличие раз-

нообразных форм и размеров инструментов различной длины и жёсткости способствует освоению большого количества выразительных приёмов, созданию индивидуальной манеры исполнения. К тому же эмоциональная составляющая в технике работы мастихином позволяет даже не имеющим начального художественного образования преодолеть «боязнь чистого листа», столь свойственную начинающим живописцам, и раскрепоститься. Для закрепления знаний, умений и навыков, полученных в ходе практических аудиторных занятий, студентам предлагается выполнить самостоятельную работу на заданную тему.

Дальнейшее освоение техники живописи мастихином происходит в ходе пленэрной практики, где метод «алла прима» (художественный прием в живописи, состоящий в том, что картина пишется без предварительных прописок и подмалевка) необходим как никогда из-за ограниченности во времени и изменчивости освещения. Следует отметить, что

именно во время пленэрной практики происходит переход с темперной на масляную живопись. Специфика заключается в том, что, работая маслом на грунтованном холсте или картоне при помощи мастихина, можно добиться эмалевого сверкания мазка.

Также возможно применение мастихина в масляной живописи и на длительных постановках. Необходимость накладывать последующие слои краски на уже подсохшие рождает неповторимую и порой неожиданную игру света и цвета, что, в свою очередь, обогащает творческий багаж студентов-дизайнеров новыми техническими приёмами в живописи.

Приобретённые после освоения техники работы мастихином знания, умения и навыки будущие дизайнеры могут применять в практической деятельности при создании цветовой среды-настроения в интерьере.

Примеры студенческих работ представлены на рис. 1, 2.



*Рис. 1. «Розы», темпера, Новокиценов Денис, гр. ДС-108*



*Рис. 2. «Дорога к храму», масло, Гусакова Алёна, гр. ДС-109*

### Библиографический список

1. Голубева, О.Л. Основы композиции / О.Л. Голубева. – М. : Сварог и К, 2008.
2. Государственный образовательный стандарт высшего профессионального образования. – М., 2000.
3. Круг, М. Пособие для художника: материалы и техники / М. Круг. – М. : Худож.-педагог. изд-во, 2008.
4. Киплик, Д. И. Техника живописи / Д.И. Киплик. – Изд-во «В. Шевчук», 2008.
5. Логвиненко, Г. М. Декоративная композиция : учеб. пособие / Г.М. Логвиненко. – М. : Владос, 2008.
6. Прете, М. К. Творчество и выражение / М.К. Прете, А. Капальдо. – М. : Сов. художник, 1985.

УДК 711

Т.А. Матвеева

### НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ ФОРМИРОВАНИЯ И РАЗВИТИЯ АГЛОМЕРАЦИЙ В РОССИИ В НАЧАЛЕ XXI В.

*Предлагается вариант подхода к анализу градостроительных образований сквозь призму понятия «агломерация». Рассматриваются аспекты, связанные с формированием агломераций.*

В России на рубеже XX и XXI вв. государственная риторика менялась с периодичностью в два-три года. И если в перестройку это были ускорение, хозрасчет, плюрализм мнений, консенсус, то в начале 1990-х гг. – демократия, малый бизнес, взаимодействие власти и бизнеса, которое ближе к 2000 г. преобразилось в «партнерство власти и бизнеса». Последующие пять лет самыми модными словами были «инновации» и «конкурентоспособность». Тогда же ежечасно и повсюду говорили про удвоение ВВП. В начале апреля 2007 г. представители Минрегионразвития РФ объявили о планах создания в России агломераций путем слияния областных центров с близлежащими населенными пунктами. Был предложен список из 14 городов-кандидатов. Таким образом, на повестку дня был поставлен вопрос о формировании и развитии городских агломераций в России, который и вызвал оживленную дискуссию.

Данная идея получила широкое обсуждение во властных кругах, опередив

по популярности некогда модную тему использования кластерного подхода как основного инструмента в развитии территории, и встретила волну негодования в среде экспертного экономико-географического сообщества. Так, Д.В. Визгалов говорит о том, что идея эта малоэффективна и плохо сочетается с задачами страны [1, С. 14].

Тем не менее за последние годы в России было заявлено несколько проектов агломераций, а именно проекты комплексного развития территорий, де-юре разделенных на стоящие рядом друг с другом муниципалитеты, де-факто же составляющих практически одно целое. Самым масштабным и известным проектом в стране была Иркутская агломерация – объединение Иркутска, Ангарска, Шелехова и части окружающих их районов в крупный город-миллионник в Восточной Сибири. По словам директора Фонда регионального развития Иркутской области Алексея Козьмина (ФРРИО был главным идеологом и разработчиком проекта), агломерация трех городов сложилась исто-

рически, продолжает существовать сегодня и никогда не исчезнет и завтра. Но проект комплексного развития был свернут [1].

Почему же так произошло с неплохой идеей – сделать ставку в развитии страны на крупнейшие города, являющиеся, по сути, локомотивами экономического роста?

Прежде всего агломерация – это результат срастания нескольких городов в результате их экономического развития. Срастание может происходить в основном двумя путями: первый – слияние в одно, сплошь застроенное, целое нескольких, более-менее одинаковых городов; второй – поглощение мегаполисом своих городов-спутников [3, С. 265].

Процессы формирования и развития городских агломераций в России носят иной характер, нежели в 1970-1980-е гг. В СССР агломерации формировались по принципу удобного объединения групп производств и размещения вблизи центров производства необходимых трудовых ресурсов [4, С. 5]. Основная связывающая инфраструктура – железная дорога, ориентированная прежде всего на перевозку грузов. экспертами зафиксированы принципиально новые процессы развития крупных городских систем. Фактически переход от индустриальной агломерации к постиндустриальной проходит три основные фазы.

Первая предполагает агломерацию (укрупнение) рынка труда. В Российской Федерации катализатором трансформации рынка труда стал резкий спад промышленного производства. В результате сектор услуг на протяжении всех 1990-х гг. оставался практически единственным направлением, обеспечивающим одновременно рост занятости и адекватный уровень доходов для населения. Наиболее динамичными очагами развития сферы услуг стали центральные районы крупных городов, которые

начали "пересобирать" управление потоками товаров, информации, капиталов и трудовых ресурсов.

Следствием этого стало увеличение трудовой маятниковой миграции в центры городов из пригородов. При этом на трудовую маятниковую миграцию из пригородов в центр накладывается потребительская маятниковая миграция. Все это привело к формированию фактически единого, более мощного во всех отношениях рынка труда складывающейся агломерации [5].

Вторая фаза перехода к постиндустриальной агломерации состоит в формировании единых рынков торговой, жилой и производственной недвижимости. Ряд функций "ядра" города (потребление, развлечения, производство) перемещается на периферию и в подцентры – там растет спрос на землю и базовые инфраструктуры (тепло-, электро-, водоснабжение, а также автодорожную инфраструктуру).

Характерная особенность этой фазы – рост благосостояния населения и, как следствие, рост автомобилизации и мобильности жителей. Со второй фазой трансформации агломерации также связаны процессы реорганизации, модернизации и фактически перерождения промышленного комплекса крупных городов. В частности, набирают силу процессы выноса промышленных предприятий из центра города в "хинтерланд" с одновременной их модернизацией либо происходит прямое обновление, когда старые заводы банкротятся, а новые инвестиционные проекты реализуются в пригородных зонах.

Третья фаза формирования современной агломерации предполагает усложнение внутренних функциональных связей отдельных пространственных элементов агломерации. В частности, развиваются прямые связи между подцентрами города, возрастает емкость и разнообразие рынков – растут объемы и качество спроса

на все виды инфраструктур в центрах агломерации и коридорах между ними: аэропорты, дороги, телекоммуникация, инженерно освоенные территории [1, 3].

Таким образом сегодня агломерация характеризуется не столько целостностью производственной и расселенческой систем, сколько целостностью рынков труда, недвижимости, земли, а также уровнем функциональной связанности отдельных ее элементов.

Причины провала иркутского начинания позволяют судить о перспективах аналогичных проектов в других городах. Возможно, именно поэтому давно не на слуху и деятельность корпорации «Красноярск-2020».

Первая причина – отсутствие в законодательстве самого понятия «агломерация». Срастание в одно целое расположенных рядом муниципалитетов за счет транспортной доступности и маятниковых миграций населения вполне очевидно и описано в учебниках. Но в юридической плоскости не существует. А значит, с точки зрения бюрократического аппарата не существует вообще. По мнению Алексея Козьмина, такое бесправие агломераций автоматически ставило вне закона все градостроительные концепции и проекты: на словах чиновники все понимали и поддерживали, но на деле, к примеру, не отдавали ни пяди земли соседям. То же касается и позиции бизнеса: как отметил директор ФРРИО, некоторые строительные холдинги Иркутска противились созданию агломерации, поскольку боялись потерять давно поделенные между собой площадки в областном центре.

Вторая причина – это сложности в межмуниципальном сотрудничестве. Федеральный закон № 131 «Об общих принципах организации местного самоуправления в Российской Федерации» (от 06.10.2003 г.) в принципе его не запрещает, но на деле мэры соседних территорий

просто не умеют договариваться и находить общие интересы.

Таким образом, можно заключить, что формирование современной агломерации имеет под собой мощные предпосылки и происходит в порядке естественного хода вещей, но процессы, лежащие в его основе, представляются вполне управляемыми. Механизмы управления развитием агломерации лежат главным образом в сфере инфраструктурного развития территорий и институциональной обустроенности основных рынков. Однако ввиду сложности реализации крупных межрегиональных и межмуниципальных инфраструктурных проектов и проблем поддержания единого правового и регулятивного пространства в Российской Федерации, необходимо решать и целый комплекс вопросов административного характера, таких как конфигурация границ новых регионов и перспективы их объединения, разграничение полномочий и механизмы совместной реализации инфраструктурных проектов на территории нескольких субъектов Федерации и т.п.

Административное оформление нового сверхгорода – это результат взрывного развития экономических связей между городами в условиях рынка, когда их границы становятся тормозами на пути рабочей силы, информации, капиталов. Но никак не наоборот! Административное накачивание городов какими-то функциями и огромными бюджетными средствами не гарантирует экономического роста. Агломерацию нельзя построить управленческим решением, чтобы потом вызвать экономический рост. Примеров жизнеспособных, сверху созданных агломераций в мировой практике крайне мало. Объединения, вырастающие сами по себе, наиболее успешны и по внутренней экономической эффективности, и по значимости для страны.

### Библиографический список

1. Визгалов, Д. В. Перемена мест слагаемых / Д. В. Визгалов // Эксперт Сибирь. – 2010. – № 46 (188). – С. 14–21.

2. Галич, З. Н. Особенности урбанизации на рубеже 20-21 вв. Запад. Восток. Россия / З. Н. Галич // Урбанизация в формировании социокультурного пространства / РАН, Науч. совет по истории мировой культуры ; [отв. ред. Э. В. Сайко]. – М. : Наука, 1999. – С. 260 – 270.

3. Лаппо, Г. М. Городские агломерации СССР – России: особенности ди-

намики в XX веке / Г. М. Лаппо // Удобное пространство для города. Российское экспертное обозрение. – 2007. – № 4 – 5. – С. 6 – 9.

4. Бозе, Э. Городская агломерация: старое название – новое содержание / Э. Бозе // Российское экспертное обозрение. – 2007. – № 4 – 5.

5. Попов, А. Саморазвитие агломераций / А. Попов // «Эксперт Онлайн» [Электронный ресурс]. – Электрон. журн. – 2010. – 14 апреля. – Режим доступа: <http://www.expert.ru>.

УДК 711

Е.М. Руфицкая

## ВАЖНОСТЬ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ОРНАМЕНТАЛЬНОГО ДЕКОРА В ИНТЕРЬЕРЕ ХРАМОВ (НА ПРИМЕРЕ МИХАИЛО-АРХАНГЕЛЬСКОЙ ЦЕРКВИ В СЕЛЕ АБАКУМЛЕВО СУЗДАЛЬСКОГО РАЙОНА)

*Поднимаются вопросы, связанные с историко-генетическим уровнем анализа архитектурного декора, на примере храмового строительства Владимирской земли XVIII в.*

Суздаль и Суздальский район – это живой учебник иконописи. Красочная роспись городских храмов и соборов дает возможность наглядно изучить историю развития старинной живописи. Помимо иконописи в интерьерах суздальских храмов присутствуют уникальные орнаментальные декоры [1].

Орнамент (лат. ornamentum – украшение) – узор, основанный на повторе и чередовании составляющих его элементов. Связанный с поверхностью, которую он украшает и зрительно организует, орнамент выявляет архитектуру предмета, на который он нанесён. Орнамент либо оперирует отвлечёнными формами, либо стилизует реальные мотивы, зачастую схематизируя их до неузнаваемости. Через орнамент передается эстетическое осмысление деятель-

ности человека, творчески преобразующей, упорядочивающей природу, или религиозного содержания. В орнаменте, особенно в народном творчестве, где он имеет самое широкое распространение, запечатлевается фольклорно-поэтическое отношение к миру. Со временем мотивы утрачивали свой первоначальный смысл, сохраняя декоративную и архитектурную выразительность. Ритмическая правильность обобщённых мотивов была одним из ранних способов художественного освоения мира, помогающим осмыслить упорядоченность действительности [2].

Суздальские орнаментальные декоры начала XVIII в. можно подразделить на несколько групп. Первую характеризует пышность и сложность разработок, подчинённых строгой группировке в виде

мелкомасштабных, повторяющихся, симметрично построенных орнаментов. Низкорельефные растительные побеги, часто выполнены по трафаретам, на них можно наблюдать переплетение листьев и цветов, дополненных розетками, плодами.

В основе узоров второй группы – иная схема: свободно вьющаяся ветвь с отростками, фигурными листьями, крупными плодами и цветами. Как и в первой группе, трактовка флоральных мотивов довольно условна, прообраз – не сама натура, а ее чужеземный пересказ.

Орнаменты третьей группы можно назвать «виноградной лозой». Этот популярный мотив имел глубокий религиозный смысл. В эпоху раннего барокко лоза была широко распространена в декоре архитектурных памятников, интерьерах, живописи, прикладном искусстве. Закрученные отростки лозы слегка сплющены и находятся как бы в состоянии пульсации.

И более поздние орнаменты четвертой группы представляют собой крупномасштабные растительные мотивы с цветочно-плодовыми связками. Декор этой группы можно отметить большей реалистичностью элементов в сравнении с предыдущими узорами [3].

Многочисленные памятники архитектуры Суздальского района оригинальны не только своими декоративными фасадами, но и внутренним убранством, сохранившим многие древние мотивы, до-

полненные фантазией местных мастеров. Почти все они находятся на грани разрушения или уже разрушены. За некоторые «взялась» епархия, которая восстанавливает их не совсем корректно с архитектурной точки зрения, видя в них культовые объекты, а не памятники (избавляется от стилистических особенностей, сбивает фрески, закрашиваются уникальные орнаменты). В селе Абакумлево расположен красивейший ансамбль из холодной и теплой церквей. Троицкую (холодную) церковь отреставрировали, в ней сохранились многочисленные росписи.

В Михаило-Архангельской (теплой) церкви в отличие от Троицкой не сохранилось ни одного изображения, тем не менее можно наблюдать очень красивые барочные узоры, дошедшие до нас только в алтарной части (рис. 1, 2). Эти исчезающие узоры были подробно сняты на кальку, затем проведена попытка воссоздать потерянные фрагменты и изначальный цвет. При небольших воздействиях на стены штукатурка осыпается. В скором времени эти уникальные узоры будут утеряны. При реставрации очень важно не упустить мельчайшие детали, которые в общей массе формируют индивидуальность и особенность храма. Необходимо сохранить орнаменты, фрески как произведения искусства и свидетелей истории.

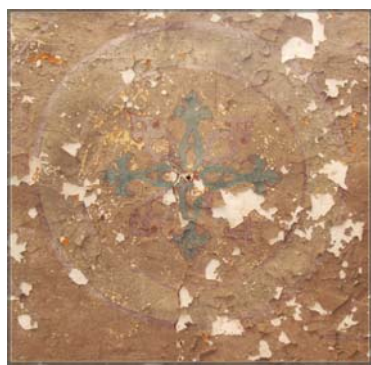


Рис. 1. Анализ узора алтарной части Михаило-Архангельской церкви:  
а – фотофиксация орнамента; б – графическое изображение в центре арки



*Рис. 2. Анализ арочного узора: а – фотофиксация орнамента; б – графическое изображение арочного узора; в – восстановленный фрагмент арки Михаило-Архангельской церкви в программе Photoshop CS3*

### **Библиографический список**

1. Кобеко, Д. Ф. О суздальском иконописании / Д.Ф. Кобеко. – СПб., 1896.
2. Емшанова, Н. А. Орнаменты. Стили. Мотивы / Н.А. Емшанова, Н.С. Ворончихин. – Ижевск, 2004.

3. Международная хартия по консервации и реставрации памятников и достопримечательных мест // Реставрация музейных ценностей. Вестник. – 1998. – № 1. – С. 55 – 58.

УДК 72.01

М.В. Сапунова

## **БЛИНГ КАК ЯВЛЕНИЕ АРХИТЕКТУРЫ**

*Рассматриваются вопросы, связанные с новыми явлениями в области современной архитектурной теории и практики, а именно «архитектурный блинг» как эстетический и художественный прием архитектуры.*

Достаточно пролистать несколько профессиональных архитектурных изданий, чтобы понять, какие проекты и архитекторы сегодня «хорошо покупаются». Первым в этом списке, безусловно, окажется Френк

Гери. Каждый из его проектов – это исключительная история, а многочисленные восторженные отзывы доказывают, что в общественном представлении «забавность» архитектуры важнее ее функциональности.



Большие, сверкающие, причудливо изогнутые здания Гери, однако, нельзя назвать китчем, который для этого слишком прост и односложен.

Необходимое же слово для характеристики зданий этого архитектора подобрал в одной из глав (King of Bling) своей книги «Placing words. Symbols, Space and the City» профессор Массачусетского технологического института (Massachusetts Institute of Technology, MIT) и глава лаборатории дизайна MIT (MIT Design Lab) Уильям Митчелл (William J. Mitchell) – блинг. Дословно это означает «брюлики, цапки (дорогие, броские ювелирные украшения), (показной) блеск, шик»<sup>1</sup>, а выражение «bling bling» уже заняло место даже в Оксфордском английском словаре. Уильям Митчелл говорит о том, что насколько полно в работе Эдмунда Бёрка<sup>2</sup> были сформулированы основы эстетических взглядов Англии восемнадцатого века, настолько же современные увлечения и мода характеризуются эстетическими категориями хип-хоп культуры.

Термин «bling» впервые появился в довольно успешном альбоме «Chopper City in the Ghetto»<sup>3</sup> в конце 1990-х гг., написанном В. G.<sup>4</sup> и новоорлеанской рэп-командой «Cash Money Millionaires»<sup>5</sup>. Трэк под названием «Bling Bling» своей настойчивостью, запоминающимся припевом, популярно-

---

<sup>1</sup> LingvoUniversal (En-Ru): англо-русский словарь общей лексики.

<sup>2</sup> Берк, Э. Философское исследование о происхождении наших идей возвышенного и прекрасного. – 1757.

<sup>3</sup> Альбом рэпера В. G., ставший платиновым.

<sup>4</sup> Кристофер Дорсей (Christopher Dorsey), сценическое имя которого В.G., – американский рэп-исполнитель из Нового Орлеана, штат Луизиана.

<sup>5</sup> Группа рэп-исполнителей из Нового Орлеана, штат Луизиана, образованная в середине 1990-х гг.

стью захватил уличную жизнь и обозначил новые ценности (внешний вид) – блестящая платина и бриллианты, хромированные «тачки», Rolex и одетые в бриллианты женщины»<sup>6</sup>. За ними последовали и другие хип-хоп команды, использовавшие в своем творчестве это выражение в основном в качестве звукоподражания бесчисленным позвякивающим украшениям: серьгам, браслетам, кольцам, цепочкам, даже инкрустированным бриллиантами мобильным телефонам. «Правила хорошего вкуса получили щепотку «блеска» кристаллов и серебра». И сегодня, пожалуй, этот термин действительно характеризует одну из сторон интернациональной культуры.

Что же касается архитектуры, Митчелл отмечает, что «“детка” уже давно родилась, цветастый отель (Fontainebleau Miami Beach) Морриса Лапидуса сделал его крестным отцом блинга (Godfather of Bling)». Через несколько лет, построив музей Гугенхайма в Бильбао, Френк Гери заявил о себе как о новом короле «блинга».

Титановое покрытие здания и изогнутые внешние формы создают неповторимую динамику и игру света. «Если пробираться к нему через строго геометричную и мрачную уличную сеть Бильбао, то музей возникает перед вами, словно яркая вспышка света, словно металлический оскал в конце дороги». Безусловно, не только Френк Гери ухватил эту тенденцию мирового вкуса и моды, однако он один всегда шел на полшага впереди. После музея в Бильбао, о котором многие говорят как об отдельном явлении «Бильбао эффекта», т. е. превращения маленького города в одну из ярких точек на карте мировых культурных центров, последовал Experience Music Project – музей популярной музыки в Сиэтле. Если смотреть сверху со Спейс Нидл (башня, символ г. Сиэтла), то здание похоже на разбитую гитару

---

<sup>6</sup> Здесь и далее перевод автора из интернет-источников.

Fender с порванными струнами. А с высоты человеческого роста это несколько огромных ярких металлических капель. Красные и голубые, они «переливаются горячими белыми бликами и движутся в сложных сочетаниях под кружевной тенью, падающей от листьев». В то же время рефлексы на бронзовых объемах невообразимо изменяют цвета соседних улиц, пробуждая (по крайней мере, у людей, выросших во времена Джими Хендрикса) в памяти хендриксовские «огни световых, становившихся голубыми по воскресеньям». Заканчивают эту психоделическую картину изогнутые и искаженные гнутыми формами находящиеся рядом американские горки и монорельсовые пути. И каждая поверхность отражает соседние отражения соседних поверхностей и так далее, подобно бэк-спиннингу Грандмастера Флэша». Удивительный эффект состоит еще и в том, что, просачиваясь сквозь полупрозрачную оболочку здания, свет приобретает оттенок поверхности, создавая, например, вокруг входа пурпурный туман.

Похожие приемы использованы Френком Гери и в проекте концертного зала Дисней в Лос-Анджелесе. Внешние изогнутые поверхности оригинального дизайна хотя и более сдержанны по цветовой гамме, но отполированы настолько, что дотронуться до них в солнечный день невозможно. А жители соседних домов жалуются, что при попадании отраженных от здания лучей солнца в квартиру гостиная превращается в настоящий гриль.

Наконец, корпус Массачусетского технологического института. В проекте вместо привычного составления объекта из отдельных кусков Ф. Гери играет с масштабами (с массой) для создания разнообразия. Возникает ассоциация с деревней, с ее остроконечными выступающими объемами, зазубринами, неожиданными ракурсами и двусмысленным взаимодей-

ствием интерьерного и экстерьерного пространств. «Плотные металлические формы кувыркаются, словно безвкусно подобранный дорогой туалет, в «декольте» двух кирпичных башен».

И хотя Френк Гери был одним из первых, кто откликнулся на новые запросы массовой культуры, многие архитекторы и заказчики слышали «блинг».

Благодаря этому в австрийском Граце, например, появляется Кунстхауз – здание музея современного искусства, построенное по проекту лондонских архитекторов Питера Кука и Колена Фурнье. «Заняв доминирующее положение на берегу Мура, там, где до него не было никакой культурной жизни, музей создал вокруг себя особую атмосферу со множеством интересных баров, кафе, место, ставшее одним из любимых мест отдыха туристов и местных жителей». Собранный из многочисленных кусков гнутого стекла и металла вместе с торчащими в верхней части световыми окнами, он напоминает огромную рыбу, случайно оказавшуюся на суше.

А в Бирмингеме по проекту Future Systems торговый дом Selfridge строит универмаг довольно непонятной формы, поверхность которого выложена миллионами алюминиевых дисков. По словам самих архитекторов, на создание подобного объекта их вдохновило платье 1960-х гг. от Пако Рабано, выполненное из металлических пластин. В окружающей строгой застройке универмаг выглядит огромной блестящей каплей, чтобы несколько смягчить контраст форм, здание охватывают широкие террасы, предполагающие места пешеходных прогулок. И это, действительно, необычное строение привлекает тысячи туристов и посетителей, а значит, выполнена главная задача Selfridge.

К подобным зданиям-символам можно отнести также здание библиотеки в Лондоне, построенное Уильямом Олсопом (SMC Alsop) в 2000 г., которое выиг-

рало престижнейший Стерлинг Приз в том же году как «Лучшее здание года» в Великобритании. Сбоку объект напоминает букву «Г», подпертую нарочно тонкими и наклоненными в разные стороны стойками. Олсоп считает, что здания должны вызывать любознательность, воодушевлять людей, оживлять ландшафт, провоцировать мечты о том, что могло бы быть, и задаваться вопросами «а что, если...». Кроме того, Уильям Олсоп известен и своими художественными работами, его поиски в живописи и архитектуре несколько перекликаются. Особенно это заметно в проекте башни «Колориум» в Дюссельдорфе, выходящей узкой полоской фасада на реку. В здании смешаны несколько функций: жилые помещения сменяются офисными, рабочими зонами, на верхних этажах – пентхаус и ресторан. А снаружи это бесконечная игра цвета на остекленных и сплошных поверхностях, словно архитектурное воплощение работ нео-поп-арта.

И здесь необходимо упомянуть о проекте поп-сцены в голландском городе Бреда архитектора Эрика Ван Эгераата, выполненном в 2000-2002 гг. При первом взгляде на здание не сразу можно понять,

каково его назначение. Небольшой пузырь, покрытый снаружи медными гнутыми листами, без акцентирования входных дверей и без окон поначалу просто привлекает внимание прохожего. В этом и заключается одна из основных функций проекта. Кроме того, там находятся сцена и музыкальный зал, в пристроенном объеме традиционного стиля с двускатной крышей расположены кафе, холл, конференц-залы.

Одна из главных задач всех этих проектов – привлечение внимания публики. Это особый род поп-арта, «блинг», дорогое, яркое, цветастое, порой, безвкусное «украшение» архитектуры или сама архитектура эксцентричной формы, материалов, отделки. Подобным объектом готов обзавестись каждый город, претендующий на включение себя в мировую культурную жизнь, это привлекает капитал, богему и туристов. Никто не задумывается при этом об удобстве и практичности. Главное, чтобы здание, словно представитель хип-хоп культуры, было дорого одето и переливалось бриллиантовым блеском колец, браслетов и цепочек, позвякивание которых сливается в «bling-bling».

УДК 72.01

А.А. Солодова

## ЛАБИРИНТ КАК АРХИТЕКТУРНОЕ ЯВЛЕНИЕ

*Рассматриваются вопросы, связанные с осмыслением такого архитектурного явления, как лабиринт на эстетико-теоретическом и историко-генетическом уровнях.*

В английском языке смысловое различие слов labyrinth ("лабиринт") и maze ("путаница") возникло относительно недавно. Очень долго два слова были взаимозаменяемы. Но в последнее время разница между их значениями, которой еще предстоит найти свое отражение в

словарях, становится все очевиднее, и это новое разделение очень удобно. Лабиринтом сегодня принято считать тропу, которая вьется вокруг центральной точки до тех пор, пока не достигнет центра. В лабиринте нет развилок, тупиков и возможности выбора. Лабиринт – уникарсальная

конструкция: идти здесь можно только одним путем и только в одну сторону. А вот путаница мультикурсальна: вариантов выбора пути здесь много, но к центру ведет только один. Путаница – это загадка, уловка, разгадать которую могут не с первой попытки: по дороге к центру есть масса возможностей сбиться с пути и оказаться в тупике [1, С. 28].

Лабиринт имеет огромное множество смыслов. Вот некоторые из них. Лабиринт – это символ тайны, загадка, которую необходимо разгадать, а отгадка порой ценою в жизнь. Лабиринт – это всегда врата в иное (ино-природное, ино-начальное, ино-бытийное). Лабиринт – символ Вселенной. Лабиринт может быть интерпретирован как символ времени. Лабиринт – символ бытия, круговорота жизни, идеи вечного возвращения. Лабиринт – символ традиции, непрерывности, последовательности, связности, преемственности. Лабиринт – символ бесконечного поиска. Лабиринт – это то, что в древности магическое сознание называло «Место Силы». Лабиринт – это всегда путь, путешествие, скитание, паломничество, инициация, обряд. Он имеет начало и конец. Лабиринт – это шанс быть другим, развиваться, совершенствоваться, расти. Лабиринт – это идеальное приключение. Лабиринт – метафора, познания, постижения, духовного и интеллектуального поиска. Лабиринт – с одной стороны, метафора выбора, ибо всегда есть возможность выбирать – куда идти, а с другой стороны, он четко выстроен, т.е. блуждания в нем жестко предопределены, предначертаны. А это уже отсылает нас к теме Рока, Фатума, Судьбы. Лабиринт тесно связан со Смертью. Это исток жизни и ее финальная точка. Это дорога в подземное царство мертвых. По природе своей он изначально танатологичен. Лабиринт иногда являлся местом упокоения жрецов и вождей. Взаимно перетекая одна в другую, жизнь и смерть в нем смотрятся друг в друга [2].

В последнее время лабиринты, некогда полные сакрального смысла, стали обычным атрибутом парков и аттракционов, меняясь и усложняясь по мере того, как трансформировались представления человека о мироздании, своеобразной моделью которого и был лабиринт.

Самые интересные и наиболее сложные вопросы, касающиеся лабиринтов, относятся к сфере толкования их значений. Существующие источники чрезвычайно неудовлетворительны. Они противоречат друг другу практически по всем возможным поводам, а фундаментальные элементы либо опущены, либо их представление искажено вследствие определенной точки зрения, которую избирает для себя заинтересованная сторона [3].

Для каждого человека лабиринт имеет свое значение. До сих пор ведутся научные дебаты на эту тему. И все назначения весьма разнятся: сакральное в храмах, развлекательное в парках и аттракционах.

Лабиринт – одно из древнейших художественных творений человека. Время возникновения лабиринта уходит вглубь истории на тысячелетия. Изображения лабиринтов на камнях и других объектах датируют 3 тыс. до н.э. Также лабиринты часто упоминаются в мифах и легендах различных народов мира. Лабиринт – это изображение, которое нарисовано, высечено или нацарапано рукой человека и не скопировано с чего-то существующего в природе. Это один из первых образов (а может быть, и самый первый), рожденных человеческим воображением [1, С. 13]. Можно с уверенностью сказать, что лабиринт имеет особое значение в жизни людей.

В первую очередь хотелось бы поговорить об исторических лабиринтах: египетском, греческих и европейских.

#### **Египетский лабиринт**

Самой выдающейся постройкой египтян были не пирамиды, как полагает

большинство, а огромный лабиринт, который был построен рядом с озером Мойрис, известным сегодня как озеро Биркет-Карун, расположенным к западу от реки Нил (в 80 километрах к югу от современного города Каира).

Египетский «лабиринт» не является лабиринтом-путаницей, а представляет собой погребальный храм, который выстроил величайший из фараонов XII династии Аменемхет III (он правил с 1842 по 1797 гг. до н. э. под тронным именем Ламареса) к югу от своей пирамиды, поблизости от Хавары, недалеко от Эль-Фаюма.

Геродот, Диодор Сицилийский, Страбон и Плиний оставили описание египетского лабиринта, считавшегося одним из семи чудес света. То было колоссальное гранитное четырёхугольное здание, состоявшее из трёх массивных корпусов, охватывавших с трёх сторон внутреннее пространство длиной около 200 м и шириной 170 м, четвертая сторона которого примыкала к пирамиде. В этом внутреннем пространстве находилось несколько дворов, обставленных колоннами, и крытых гипостильных зал. Само же здание включало в себя множество комнат и коридоров, расположенных частично выше поверхности земли, частью – под землёй. По словам Геродота, число таких помещений достигало до трёх тысяч. Лабиринт занимал пространство общей площадью 70 000 квадратных метров. От фаюмского лабиринта, бывшего, по всей вероятности, пантеоном египетских богов, до нашего времени дошли только некоторые фрагменты, по которым нельзя составить даже представления о нём.

Весь этот колосс использовался в качестве гробницы для фараонов и крокодилов, которые в Египте считались не менее священными, чем правители. Хотя есть сведения, что лабиринт был центром, из которого фараоны управляли страной, но главным образом он служил религиозным целям. Это был храмовый

комплекс, в котором приносились жертвы всем богам Египта. Посетителям не разрешалось осматривать подземные помещения лабиринта, в которых находились гробницы фараонов, а также священных крокодилов [4].

### **Греческие лабиринты**

**Критский лабиринт.** Располагался около Кносса, на северном берегу острова Крит (с ним отождествляют знаменитый дворец в Кноссе, открытый во время раскопок английским археологом А. Эвансом в 1900 – 30 гг.). По легенде он построен ваятелем и зодчим Дедалом по приказанию царя Миноса, для того чтобы содержать в нём Минотавра – чудовище, рождённое царицей Пасифаей. Там же, согласно мифу, совершил один из своих подвигов Тесей, убив это чудовище и освободив таким образом афинян от позорной и тяжкой дани. Он выбрался из лабиринта благодаря золотой нити, которую тянул за собой от самого входа. Эту нить ему дала Ариадна, дочь царя Миноса.

Хотя местонахождение лабиринта в Кноссе до сих пор не определено, согласно сообщениям он был похож на египетский образец, только его размеры были намного меньше. Плиний отмечал, что жители Крита построили свой лабиринт в одну сотую величины египетского лабиринта.

**Эпидавр, Толос, Фимела.** Толос, фолос – в древнегреческой архитектуре круглое в плане сооружение (святилище, гробница, музыкальный зал). Наиболее известна Фимела (фолос) в Эпидавре.

Толос, который в античности, вероятно, назывался «Фимела», представлял собой круглое (21 м в диаметре) здание, построенное ок. 360-330 гг. до н.э. Поликлетом Младшим. Фимелу окружали 26 колонн дорического ордера, внутренняя стена была отделана снаружи по основанию и фризу белым мрамором, а внутри – черным мрамором, ее украшали фрески знаменитого художника Павсия.

Внутри Фимелы была еще одна круговая колоннада, образованная 14 колоннами коринфского ордера. Найдена резная капитель, возможно, служившая образцом.

Потолок имел изысканную кессонную отделку с растительным орнаментом, внутренние полы были набраны из черных и белых мраморных плит, образующих геометрический рисунок. В центре находилась монолитная круглая плита, которую можно было поднять, поскольку отсюда имелся доступ в цокольный этаж, что-то вроде лабиринта, образованного концентрическими стенами, в каждой из которых было прорублено по одному проему. Таким образом, вокруг центрального колодца имелось три кольцевых коридора, причем проход по ним местами перекрывался поперечными стенами. Впрочем, не исключается и возможность того, что описанный лабиринт предшествовал Фимеле и при ее строительстве был просто засыпан [5].

Назначение Толоса точно так и не установлено. Существует несколько вариантов, например:

- высказывалось предположение, что молящихся приводили сюда, соблюдая священные обряды, чтобы погрузить в сон;

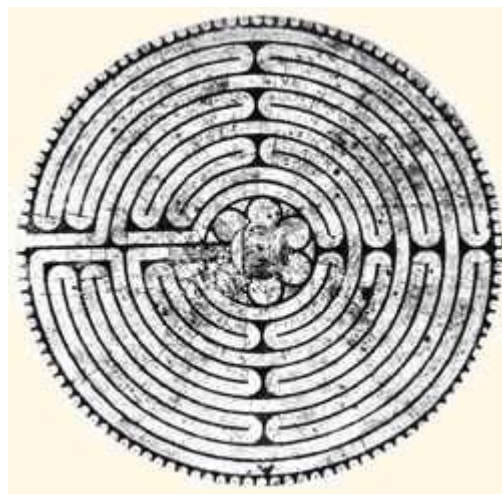
- это был резервуар для воды;

- это был террариум для священных змей Асклепия.

### **Европейские церковные лабиринты**

С конца XII в. лабиринты начали появляться в храмах на плитках пола. Такие напольные изображения лабиринтов стали неотъемлемой частью наказания, когда раскаивающийся грешник должен был пройти на коленях по всем изгибам и поворотам лабиринта. Такая епитимья налагалась на тех, кто не мог совершить паломничество к святым местам, и называлась "дорога в Иерусалим".

Ярким тому примером служат лабиринты в Шартре и Амьене (рис. 1, 2).



*Рис. 1. Лабиринт Шартрского собора*

Шартрский собор – одно из самых удивительных священных мест Франции. Он заслуженно считается идеальным примером сакральной геометрии и шедевром готической архитектуры. На полу собора мозаикой выложен загадочный лабиринт, датируемый 1205 г. [2].

Он символизирует путь верующего к Богу и до сих пор используется пилигримами для медитативных прохождений. Через шартрский лабиринт есть только один путь. Размер лабиринта почти идентичен размеру оконной розы западного фасада, а расстояние от западного входа до границы лабиринта точно равно высоте окна.

Самый очевидный признак христианизации лабиринта — это то, что здесь он в буквальном смысле осенен крестом. Дорога лабиринта то и дело разворачивается на 180 градусов и в точках разворота сталкивается с соседней четвертью пути. Таких точек соприкосновения четыре над центром, четыре под ним, по три слева и справа, и все вместе они образуют отчетливое изображение креста. Еще одна любопытная вещь, связанная с числами, – это 112 зубцов на внешнем кольце шартрского лабиринта, которых нет

больше ни в одном другом лабиринте в мире. Если разделить число зубцов на четверти, обозначенные крестом, получится 28 – количество дней в лунном месяце, а по лунному календарю определяется дата Пасхи, первого воскресенья после первого полнолуния, наступающего за весенним равноденствием. Возможно, шартрский лабиринт использовался для расчета лунного календаря, пусть даже всего лишь символически [1, С. 90]?



Рис. 2. Лабиринт Амьенского собора

Амьенский собор – самый большой из французских соборов (200 000 м<sup>3</sup>). Строительные работы по возведению собора начались в 1220 г. Около 1236 г. был закончен неф, а в 1243 г. – башни фасада. Только в 1528 г. был установлен шпик, возвышающийся над собором. Верхушка шпица находится на высоте 112,7 м над землей [6].

В строительстве собора принимали участие следующие архитекторы: Робер де Люзарш, затем Тома де Кормон и, наконец, его сын Рено де Кормон, в 1288 г. завершивший создание первого лабиринта на полу собора, от которого до наших дней дошла только копия. Этот лабиринт был призван напоминать людям о лицах, сыгравших важную роль в истории здания, и о самых важных датах этой истории [7].

#### **Живые изгороди – лабиринты**

Лабиринты из живых изгородей по легенде появились в XII в. Один из пер-

вых английских лабиринтов с живой изгородью (ныне разрушенный) был высажен в XII в. во время правления короля Генриха II в саду возле его дворца в Вудстоке и назывался Будуар Розамунды. Острые языки утверждают, что Генрих не просто так создал украшение для своего сада. Якобы в центре лабиринта король построил особняк для фаворитки Розамунды Клиффорд (отсюда и название). А поскольку никто, кроме самого монарха, до поры до времени не знал единственно верного пути к дому прекрасной дамы, любовники могли наслаждаться обществом друг друга, не опасаясь, что их уединение нарушит королева Элеонора или кто-то из слуг. Но блаженство Генриха II продолжалось недолго. Его жена оказалась умнее, чем он думал, и, воспользовавшись одним из методов разгадывания лабиринтов, пробралась-таки в укромный уголок и убила соперницу [5]. Но это только легенда.

«Зеленые», или «садовые» лабиринты также появились и в садах готических монастырей. Кстати, их вполне правомерно было бы назвать ритуальными или, как минимум, символическими. В средневековье лабиринт, или «лига» был символом страданий Христа, а также сложного и трудного пути души к спасению. Лабиринты в монастырских садах выстригали из тимьяна и тернового кустарника в напоминание о мученическом венце.

«Секуляризация» садовых лабиринтов произошла в эпоху Ренессанса, когда античные мифы уже не считались таким уж богомерзким язычеством. Светские садовники начали активно копировать это украшение монастырских садов, связывая его уже не с образами Христа, страданий и покаяния, а с историей Тезея и Минотавра. Именно тогда появилась традиция украшать лабиринт статуей монстра – сначала это были традиционные садовые скульптуры из камня или ме-

талла, однако потом искусные садовники выучились выстригать их из зелени.

Эпоха барокко стала поистине «золотым веком» зеленых лабиринтов: они стали трехмерными и зачастую даже высокими. Зеленые стены-портьеры были выше человеческого роста и, чтобы найти из них выход, требовалась значительная сообразительность и неутомимость. Кроме того, на извилистом пути через лабиринт появлялось все больше сюрпризов. В нишах, портьерах и тупиках зеленых лабиринтов стали делать небольшие уединенные помещения, где гостей мог ждать накрытый стол или даже удобное ложе. Кроме того, непременным атрибутом лабиринта стали фонтаны-шутихи, неожиданно обливавшие посетителей водой [8].

Особенной любовью к лабиринтам с живой изгородью из деревьев и кустарников прониклись англичане, превратив искусство создания ландшафтных лабиринтов в один из национальных символов королевства.

В конце XX в. интерес к лабиринтам и путаницам переживал очередной расцвет. В практическом отношении лабиринтный бум – строительство сложных лабиринтов-аттракционов и прорубание запутанных переходов в зарослях кукурузы – спас множество старинных помещичьих домов в Англии и семейных ферм в Северной Америке от разорения. Что же касается духовной составляющей, то здесь очень важную роль сыграло открытие (повторное) того, что лабиринт – отличное подспорье для медитации [1, С. 14 – 15].

О лабиринтах можно разговаривать бесконечно. Древняя сакральность лабиринтов настолько привлекательна, что до сих пор манит к себе большую публику. Лабиринты встречаются не только в архитектуре и ландшафтах, но и в других видах искусства, например в литературе и кинематографе: «Имя Розы», «Хроники Амбера», «Таис Афинская», «Лабиринт», «Лабиринт фавна». Список книг и филь-

мов, в которых лабиринт упоминается довольно часто, можно продолжать дальше. Пожалуй, это неисчерпаемая тема для вдохновения. Издревле лабиринты привлекали людей своей запутанностью и таинственностью и манили пройти свой извилистый путь. И по сей день при виде запутанных коридоров лабиринта мало кто может устоять перед тем, чтобы хотя бы глазами пройти по его дорожкам. Таким образом, лабиринт прошел свой путь от бронзового века к веку компьютерному.

### **Библиографический список**

1. Маккалоу, Д.У. Вечная тайна лабиринта / Д. У. Маккалоу ; перевод с англ. И. Шебуковой. – М. : КоЛибри, 2008. – 352 с.
2. Журнал о лабиринтах. РассЛАБИРИНТЬся [Электронный ресурс]. – Электрон. журн. – 2009 – . Режим доступа: <http://labiri.net>.
3. ANKXARA [Электронный ресурс] / К.П. Глушенков, О. Румянцев. – 2000 – 2012. – Режим доступа: <http://www.ankxara.com>.
4. Лабиринт // Википедия – свободная энциклопедия [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://ru.wikipedia.org>.
5. Живой Журнал [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://renatar.livejournal.com>.
6. Амьенский собор // Википедия – свободная энциклопедия [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://ru.wikipedia.org>.
7. Народ.ру [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://nat922.narod.ru>.
8. Зеленые лабиринты // На да4е.ру. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://nada4e.ru>.



## УНИКАЛЬНОЕ И ТИПОВОЕ СТРОИТЕЛЬСТВО ПРАВОСЛАВНЫХ ХРАМОВ

*Проводится анализ архитектурных форм, выразительных средств и приемов уникального и типового строительства православных храмов, даются научно-практические рекомендации для реставраторов и строителей новых храмов.*

Каким образом закреплялась восточно-христианская религия на территориях, расположенных вокруг ее центра – столицы Византийской империи Константинополя? Один из вариантов ответа на этот вопрос такой: строительством каменных храмов для богослужения. Были разработаны типы культовых зданий: собор, церковь, часовня. На основе сложившихся канонов были созданы различные планы зданий и сооружений, которые использовались для строительства в тех государствах, где появлялась новая религия. Местные традиции языческих культовых построек «завоеванных» народов нашли отражение в строящихся кирпичных соборах и церквях. Поиски более совершенных архитектурных форм православной церкви привели зодчих к использованию белого камня (известняка). Белокаменное зодчество XII столетия по силе эмоционального воздействия осталось непревзойденным во все последующие периоды храмостроения в Северо-Восточной Руси. В XXI в., после почти столетнего перерыва, возродилось строительство православных храмов во Владимирском крае. Опыт древних мастеров теперь необходим не только для реставраторов, но и для строителей новых храмов.

Широко распространенным для небольших церквей был план с тремя нефами, тремя полукруглыми апсидами, четырьмя квадратными или крестообразными

внутренними столбами, поддерживающими купол. В верхней части чертежа фрагмента застройки Стамбула (Константинополя) (рис. 1) изображена церковь, построенная в 880 г., позднее используемая турками в качестве мечети Odalar Mosque [1]. Это тот византийский тип плана культового здания, которым воспользовался в 1152 г. Юрий Долгорукий при сооружении самых ранних белокаменных храмов в Северо-Восточной Руси: Спасо-Преображенского собора в Переяславле-Залесском, церкви Бориса и Глеба в Кидекше под Суздалем. На его основе построены другие храмы во Владимиро-Суздальском княжестве. Исключением стал Успенский собор во Владимире. Его план более сложный, но тоже характерный для периода утверждения христианской религии. За время своего существования с XII в. Успенский собор внешне и внутренне менялся (рис. 2) [2]. Черным цветом выделены наружные стены, внутренние столбы и апсиды середины XII в. В настоящее время к его северному фасаду примыкает храм Георгия 1862 г. и колокольня 1810 г. Каждая из этих пристроек признана самостоятельным памятником архитектуры, образующим совместно с другими архитектурно-градостроительный комплекс. Чем руководствовались духовенство, светская власть, реставраторы, принимая те или иные решения по сохранению и восстановлению

утраченных архитектурных форм данного памятника?

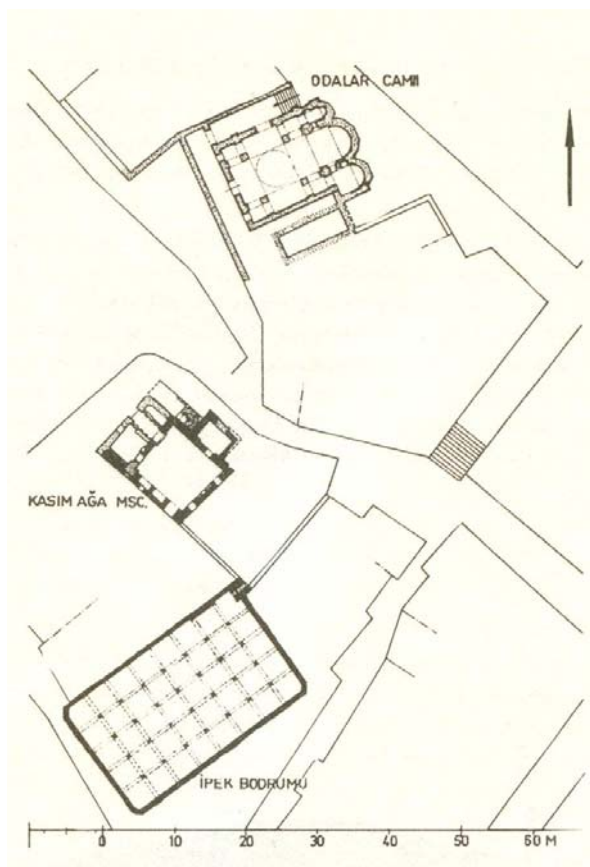


Рис. 1. Фрагмент плана застройки Стамбула (Константинополя)

В учебной литературе XX столетия по истории русской архитектуры и реставрации есть графические реконструкции первоначального вида собора.

На них изображен одноглавый храм с типовыми, характерными для XII в. элементами фасадов, с позакомарным покрытием, с башнями и без них. Доктор архитектуры С.В. Заграевский считает, что изначально собор был пятиглавым. Усиление роли города Владимира как столицы Владимиро-Суздальского княжества, рост числа приверженцев христианства способствовали увеличению вместимости кафедрального Успенского собора. Построенный при Андрее Боголюбском в 1158-1160 гг., через 29 лет он оказался внутри нового собора. Намерения священнослужителей при-

дать ему большую церковную значимость и выделить его среди подобных на территории Северо-Восточной Руси были осуществлены путем обстройки храма со всех сторон и на всю высоту. Увеличенный в объеме собор, посвященный Успению Божьей Матери, занял почетное место в ряду крупнейших одноименных православных храмов, таких как Святая София (537 г.) в столице Византии Константинополе, Святая София (1037 г.) в столице Киевского княжества, Святая София (1052 г.) в Великом Новгороде.

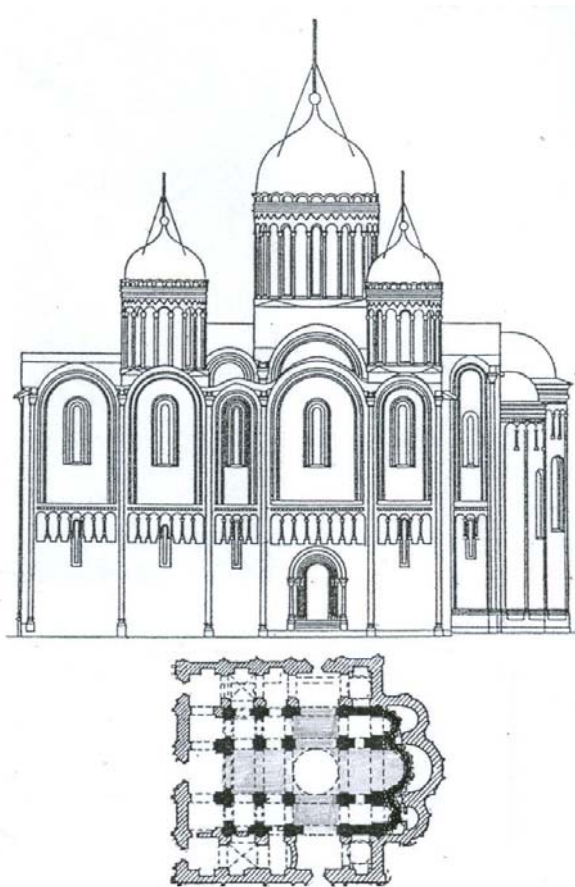


Рис. 2. Успенский собор во Владимире

За основу планов соборов в Киеве, Новгороде и Владимире был взят типовой, т.е. «соответствующий определенному образцу» [3], план крестово-купольного храма, каких на территории Византии и Древней Руси появилось большое количество [2], [4]. Одни из них имели с западной стороны входное помещение, называемое притвором, нартексом или галереей (см. рис. 2), другие

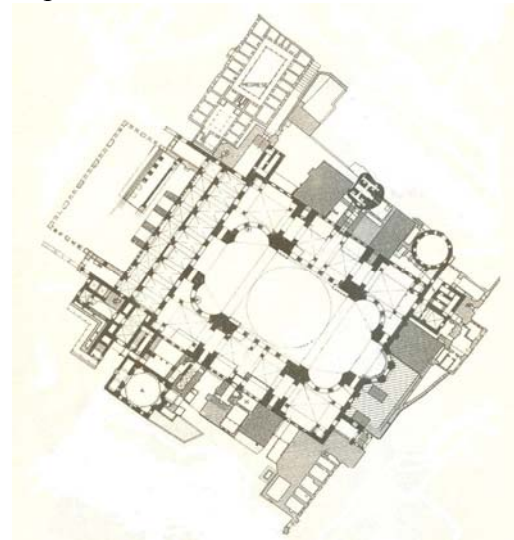
были с пристройками с трех сторон или обходной галереей. Константинопольский храм (массивный, из красного кирпича) (рис. 3) в отличие от русских храмов представляет собой огромную купольную базилику. С точки зрения архитектуры, он уникален (единственный в своем роде, неповторимый [3]), что проявляется в организации подкупольного пространства. В нем гениальные греческие мастера при помощи архитектурных средств создали ауру (биополе), в которой раскрывается религиозная идея общения человека с Создателем, которое происходит не по желанию пришедшего в храм. Это не дом Бога, это только его архитектурная модель. Находясь в храме под «парящим» куполом, диаметр которого составляет 31 м [5], ощущаешь себя не представителем той или иной религии, а частицей мирового пространства. Такой эмоциональный настрой не возникает ни в языческом римском Пантеоне (II в.), ни в католическом соборе Святого Петра (XVI-XVII вв.), несмотря на то что их «небесный свод» более 40 м.



*Рис. 3. Собор Святой Софии в Стамбуле (Константинополе)*

Его нельзя расширить, так как значение храма как памятника архитектуры XII в. важнее сакраментальной функции. Имея в своей основе греко-романо-византийские архитектурные формы, кафедральный Успенский собор – единственный в своем

В белокаменном Успенском соборе Владимиро-Суздальского княжества центральный купол, как и четыре других со световым барабаном, поставлен на столбы. Имеет внутренний диаметр не более круглого отверстия в куполе (9 м) римского Пантеона – «храма всех богов». Он составляет примерно 7 м. Такой же небольшой диаметр в соборе Святой Софии в Новгороде. В киевском храме – 8 м. Размеры приводятся неточные, взяты с чертежей планов [2, 6]. Купол Успенского собора, находясь на высоте 30 м, в результате перспективного сокращения зрительно уменьшается. Он типовой, как и первоначальный план собора. В известных книжных краеведческих и искусствоведческих изданиях отсутствует его фотография изнутри, вероятно, потому что никого не удивил. Сводчато-арочные конструкции загромаждают внутреннее пространство. В нем было тесно, как только его построили, а затем обстроили. Ощущение тесноты возникает в галереях и подкупольном пространстве.



роде. Реставраторы XIX в., по мнению Н.Н. Воронина [7], «вернули древнему храму его первоначальный вид» (см. рис. 2). Имеется в виду замена луковичной формы глав на шлемовидную, четырехскатного покрытия на позакומרное. Его светлый

облик умиротворяет, притягивает к себе, в него хочется зайти. Ему подражали, как и собору Святой Софии в Константинополе. Пятиглавие, асимметрия южного и северного фасадов выделяют его среди однотипных одноглавых белокаменных храмов Владимиро-Суздальского княжества, а строительные материалы (белый известняк стен, золото покрытия глав) отличают его от храмов Константинополя, Киева, Новгорода. В XX столетии Успенский собор включен в охранный список международной организации ЮНЕСКО.

В православии есть каноны и уникальные оттенки веры, привнесенные в него разными народами, его принявшими. Это нашло отражение в культовом строительстве многих городов христианского мира. Уникальный храм – это не только «единственный в своем роде, неповторимый» кирпичный, белокаменный или бетонный храм, но и храм, духовно воздействующий на человека любой веры, способный без посредников направить мысли человека к Богу. Достичь такого эффекта удастся не каждому строителю храма. Имея в своей основе типовую схему плана, фасада, древние белокаменные соборы и церкви обладают уникальными индивидуальными особенностями, которыми их

наделили Мастера храмостроения, используя при строительстве веревку, деревянный колышек и циркуль!

#### **Библиографический список**

1. Kirimtayif, S. *Converted Byzantine Churches in Istanbul*. – Istanbul, 2001. – 139 p.
2. Максимов, П.Н. Творческие методы древнерусских зодчих / П.Н. Максимов. – М., 1976. – 240 с.
3. Ожегов, С.И. Толковый словарь русского языка / С.И. Ожегов, Н.Ю. Шведова. – М., 1995. – 907 с.
4. Труфанова, И. В. Стилистико-графический анализ памятника архитектуры (на примере Дмитриевского собора XII в. во Владимире) // Материалы Межрегион. краевед. конф. (24 апреля 2009 г.). – Владимир, 2010. – 397 с.
5. Гуляницкий, Н. Ф. История архитектуры // Архитектура гражданских и промышленных зданий. – Т. 1. – М., 1984. – 336 с.
6. Пилявский, В. И. История русской архитектуры / В.И. Пилявский, А.А. Тиц, Ю.С. Ушаков. – М. : Стройиздат, 1984. – 512 с.
7. Воронин, Н. Н. Владимир. Боголюбово. Суздаль. Юрьев-Польской / Н.Н. Воронин. – М., 1974. – 303 с.

*Научное издание*

ТРУДЫ ВЛАДИМИРСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА

Выпуск 8

АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ РАЗВИТИЯ  
СТРОИТЕЛЬНОГО КОМПЛЕКСА

Подписано в печать 20.12.11.

Формат 60x84/8. Усл. печ. л. 15,34. Тираж 100 экз.

Заказ

Издательство

Владимирского государственного университета  
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых.

600000, Владимир, ул. Горького, 87.